

Universidad Carlos III de Madrid
Escuela Politécnica Superior
Departamento de Ingeniería Mecánica
Área de Ingeniería de Organización



Trabajo de Fin de Grado

**ANÁLISIS Y MEJORA DE PROCESOS DEL
SERVICIO DE RADIODIAGNÓSTICO DE UN
HOSPITAL BASADO EN LA METODOLOGÍA
LEAN**

Alumno: Antonio Abella Pérez

Tutor: Miguel Gutiérrez Fernández

Septiembre de 2015

A MIS PADRES Y A MI HERMANA.

Agradecimientos

En primer lugar quiero agradecerle a mi Tutor de Trabajo de Fin de Grado, Miguel Gutiérrez, toda la dedicación que me ha dado durante las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto, su continua disponibilidad y sus valiosos consejos.

Asimismo quiero agradecerle a la Dirección del Hospital Ramón y Cajal la oportunidad que me prestaron al aceptar que realizase el Trabajo académico en sus instalaciones. En particular me gustaría agradecer al Doctor Blázquez, Jefe de Servicio de Radiodiagnóstico, su continua orientación durante mi estancia en el Hospital y también agradecerles al personal presente en el Servicio como Isabel, Israel, Gema, entre otros muchos..., todo lo que me han enseñado.

Por último me gustaría decir que no hubiese sido posible llegar a este punto en mis estudios sin el apoyo incondicional de la familia, por supuesto, pero tampoco sin el de todos mis amigos que, a pesar de la distancia, siempre han estado muy cerca.

A todos vosotros, Muchas Gracias.

Resumen

La sanidad es uno de los pilares fundamentales de la sociedad. El elevado coste de su mantenimiento hace que sea vital que los procesos que se llevan a cabo en ella sean gestionados de la mejor manera posible.

En este Trabajo de Fin de Grado, desde la aplicación de herramientas y técnicas de la Filosofía Lean al Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Ramón y Cajal, se pretende alcanzar una mejora en la eficiencia y la eficacia de los procesos que conciernen tanto a pacientes como a profesionales del Servicio.

A partir de los estudios llevados a cabo y las estancias realizadas en él se pudieron entrever diferentes aspectos de mejora que aportan un destacable valor al mismo. Mediante la elaboración de Mapas de Flujo de Valor para el análisis de los procesos, el empleo de las Tarjetas Kanban para la gestión de los inventarios o la incisión en la búsqueda de gastos para su eliminación, se alcanzarán las mejoras deseadas.

Producto del desarrollo del Trabajo, se destacan una mayor simplicidad de las acciones llevadas a cabo por el personal, la reducción del 1,94% del tiempo empleado diariamente en los Set Up de los Equipos o bien la reducción de un 46% del tiempo de ocupación de las salas durante las exploraciones, entre otros aspectos.

Es notable, por tanto, el impacto que estas técnicas, surgidas en entornos de la fabricación industrial, tienen sobre otros ámbitos como el sanitario y que permitirán, por medio de su aplicación, la obtención de mejoras tal y como se describe en el presente documento.

Abstract

Health is one of the fundamental stakes of society. The high cost of maintenance makes it vital to manage, in the best possible way, all the processes that take place in it.

In this Project, by applying the tools and techniques of the Lean Philosophy to the Radiology Department of the University Hospital Ramón y Cajal, it is intended to achieve an improvement in the efficiency and effectiveness of the processes that affect both patients and professionals.

From the studies carried out and the stays made at it, it is possible to glimpse different aspects of improvement that provide a remarkable value to it. By the use of Value Stream Mapping to analyse the processes, the use of Kanban cards to manage inventories and the focus on finding defects in order to be able to eliminate them, the desired improvements will be achieved.

Among the results, product of the work developed, stands a greater simplicity of the actions carried out by the personnel, a reduction of 1,94% of the daily spent time on Set Ups or a 46% reduction in the room occupancy time during scans.

It is remarkable, therefore, the impact these techniques, which have emerged in industrial manufacturing environments, have on other areas such as health and which will allow, thanks to their application, to obtain improvements as described herein.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	v
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES Y MOTIVACIÓN	2
1.2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	4
1.2.1. <i>Objetivos</i>	4
1.2.2. <i>Metodología</i>	6
1.3. PLANIFICACIÓN Y PRESUPUESTO.....	7
1.3.1. <i>Planificación</i>	7
1.3.2. <i>Presupuesto</i>	10
1.4. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO	12
2. MARCO TEÓRICO	13
2.1. SISTEMA SANITARIO Y SERVICIO DE RADIODIAGNÓSTICO EN ESPAÑA	14
2.2. ORDENACIÓN SANITARIA	15
2.3. EL SERVICIO DE RADIODIAGNÓSTICO EN EL HURRYC.....	17
2.3.1. <i>Instalaciones</i>	17
2.3.2. <i>Evolución del servicio y características actuales</i>	21
2.3.2.1. Tipos de Radiología Digital Presentes en la Actualidad	22
2.3.2.2. Actividad desarrollada.....	23
2.3.3. <i>Personal</i>	25
2.3.4. <i>Equipamiento electro médico</i>	26
2.3.5. <i>La cadena de suministros</i>	27
2.3.6. <i>El proceso de atención a pacientes</i>	29
2.4. HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DE LA FILOSOFÍA LEAN.....	33
2.4.1. <i>Filosofía Lean</i>	34
2.4.2. <i>Técnicas Lean</i>	37
2.4.2.1. Mapas de Flujo de Valor.....	37
2.4.2.2. Kanban	39
3. ANÁLISIS DE LOS PROCESOS Y PROPUESTAS DE MEJORA	41
3.1. ESTRUCTURA POR PROCESOS DEL SERVICIO	42
3.2. APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS LEAN	44
3.2.1. <i>Técnicas Lean</i>	45
3.2.1.1. Mapas de Flujo de Valor (VSM)	45
3.2.1.1.1. VSM para Cita Pedida por el Médico de Cabecera.....	47
3.2.1.1.2. VSM para Cita Pedida por el Médico de Consultas Externas	54
3.2.1.2. Kanban	59
3.2.2. <i>Filosofía Lean</i>	61
3.2.2.1. Perspectiva Organizativa	62
3.2.2.2. Perspectiva Tecnológica	64
3.3. ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA	65
3.3.1. <i>Filosofía Lean</i>	65
3.3.1.1. Perspectiva Organizativa	65

3.3.1.2.	Perspectiva Tecnológica	70
3.3.2.	<i>Técnicas Lean</i>	73
3.3.2.1.	Kanban	73
3.3.2.2.	VSM Futuros.....	76
3.3.2.2.1.	VSM Futuro Para Cita Pedida por el Médico de Cabecera	77
3.3.2.2.2.	VSM Futuro para Cita Pedida por el Médico de Consultas Externas.....	81
3.3.3.	<i>Indicadores de Servicio y Eficiencia de los Procesos</i>	84
4.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS ESPERADOS	91
4.1.	ANÁLISIS DE LAS VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS NUEVOS PROCESOS	92
4.1.1.	<i>Filosofía Lean</i>	92
4.1.2.	<i>Técnicas Lean</i>	94
4.1.2.1.	Kanban	94
4.1.2.2.	VSM Futuros.....	94
4.1.2.2.1.	VSM Futuro para Cita Pedida por el Médico de Cabecera	95
4.1.2.2.2.	VSM Futuro para Cita Pedida por el Médico de Consultas Externas.....	96
4.2.	INVERSIONES NECESARIAS	97
4.2.1.	<i>Mejora del Sistema de Citaciones</i>	97
4.2.2.	<i>Tecnología del Servicio</i>	98
5.	CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLLOS	103
5.1.	CONCLUSIONES GENERALES	104
5.2.	RESPECTO AL ÁMBITO ORGANIZATIVO	106
5.2.1.	<i>Sistema de Citaciones</i>	106
5.2.2.	<i>Registro de Pacientes para las Salas de Osteoarticular</i>	107
5.2.3.	<i>Tarjetas Kanban</i>	108
5.3.	RESPECTO AL ÁMBITO TECNOLÓGICO.....	109
5.4.	FUTUROS DESARROLLOS.....	113
REFERENCIAS		117
ANEXOS		121
ANEXO A. TABLA DE T DE STUDENT		122
ANEXO B. CATÁLOGO SERAM		123
ANEXO C. PLIEGO TÉCNICO.....		130
ANEXO D. DIGITALIZACIÓN DEL EQUIPO		157
ANEXO E. EQUIPO DIGITAL		179
ANEXO F. CARTA DEL JEFE DE SERVICIO		208
ANEXO G. CARTA DEL DIRECTOR DE GESTIÓN DEL HURyC.....		209

Índice de Figuras

FIGURA 2-1. UBICACIÓN DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO RAMÓN Y CAJAL.	17
FIGURA 2-2. PLANO DEL SERVICIO DE RADIODIAGNÓSTICO DE LA PLANTA CERO DEL HOSPITAL.	19
FIGURA 2-3. SERVICIO DE URGENCIAS. ÁREA DE RADIODIAGNÓSTICO.	20
FIGURA 2-4. SERVICIO DE RADIODIAGNÓSTICO DEL C.E.P. DE SAN BLAS.	20
FIGURA 2-5. SERVICIO DE RADIODIAGNÓSTICO DEL C.E.P. DE EMIGRANTES.	21
FIGURA 2-6. EQUIPAMIENTO ELECTROMÉDICO EMPLEADO EN EL SERVICIO	26
FIGURA 2-7. ESTADO ACTUAL DE LA DISTRIBUCIÓN DEL MATERIAL HASTA EL SERVICIO DE RADIODIAGNÓSTICO.	28
FIGURA 2-8. PETICIÓN DE UNA CITA PARA EL MÉDICO DE CABECERA.	29
FIGURA 2-9. PROCESO POR EL QUE SE PUEDE INCURRIR EN LA PETICIÓN DE UNA PRUEBA RADIOLÓGICA.	30
FIGURA 2-10. REPRESENTACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS PACIENTES EN FUNCIÓN DE SU PROCEDENCIA.	31
FIGURA 2-11. EJEMPLO DE EQUIPO DE DIGITALIZACIÓN CR [16].	32
FIGURA 2-12. REPRESENTACIÓN DE FORMA ESQUEMÁTICA DEL PROCESO GLOBAL DE ATENCIÓN AL PACIENTE.	33
FIGURA 2-13. SÍMBOLOS EMPLEADOS EN LA REPRESENTACIÓN DE UN MAPA DEL FLUJO DE VALOR.	37
FIGURA 2-14. MODELO DE TARJETA KANBAN [21].	39
FIGURA 3-1. PETICIÓN DE LA CITA DE FORMA DIRECTA POR EL MÉDICO DE CABECERA.	47
FIGURA 3-2. VSM PARA EL PROCESO INICIADO POR EL MÉDICO DE CABECERA.	49
FIGURA 3-3. TIMELINE DEL PROCESO INICIADO POR EL MÉDICO DE CABECERA.	50
FIGURA 3-4. CONTRIBUCIONES AL VALOR DEL PROCESO INICIADO POR EL MÉDICO DE CABECERA.	51
FIGURA 3-5. BALANCE DE TRABAJO PARA EL PROCESO INICIADO POR EL MÉDICO DE CABECERA.	52
FIGURA 3-6. REPRESENTACIÓN DEL RATIO DE ACTIVIDAD EN LAS SALAS DE OSTEOARTICULAR.	52
FIGURA 3-7. CAPACIDAD DEL PROCESO EN LAS SALAS DE OSTEOARTICULAR.	53
FIGURA 3-8. PETICIÓN DE LA PRUEBA DIAGNÓSTICA POR UN MÉDICO ESPECIALISTA EN CONSULTAS EXTERNAS (PARA EL CASO DE PRUEBAS DE RX DE TRAUMATOLOGÍA).	54
FIGURA 3-9. VSM DE UNA CITA URGENTE PEDIDA POR PARTE DE UN MÉDICO EN CONSULTAS EXTERNAS.	55
FIGURA 3-10. TIMELINE DEL PROCESO INICIADO POR EL MÉDICO DE CONSULTAS EXTERNAS.	56
FIGURA 3-11. CONTRIBUCIONES AL VALOR DEL PROCESO INICIADO POR EL MÉDICO DE CONSULTAS EXTERNAS.	57
FIGURA 3-12. BALANCE DE TRABAJO PARA EL PROCESO INICIADO POR EL MÉDICO DE CONSULTAS EXTERNAS.	57
FIGURA 3-13. PETICIÓN DE LA PRUEBA DIAGNÓSTICA POR UN MÉDICO ESPECIALISTA EN CONSULTAS EXTERNAS (PARA EL CASO DE PRUEBAS CON RESONANCIA MAGNÉTICA).	58
FIGURA 3-14. TARJETERO KANBAN [25].	59
FIGURA 3-15. FICHA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LAS EXPLORACIONES DE TAC EN URGENCIAS.	60
FIGURA 3-16. REPRESENTACIÓN DE UN MODELO DE CONTROL ACTUAL PARA LA GESTIÓN DEL INVENTARIO DE LAS FICHAS DE CONSENTIMIENTO INFORMADOS.	61
FIGURA 3-17. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS TRAYECTOS RECORRIDOS POR PACIENTE Y TÉCNICO DE RADIOLOGÍA.	62
FIGURA 3-18. PROCESO DE ATENCIÓN DE LOS PACIENTES PARA LA REALIZACIÓN DE LAS EXPLORACIONES.	63
FIGURA 3-19. DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS DURANTE LA EXPLORACIÓN.	70
FIGURA 3-20. NUEVA DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS DURANTE LA EXPLORACIÓN.	72
FIGURA 3-21. REPRESENTACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE KANBAN PARA NUESTRO CASO.	73
FIGURA 3-22. MODELO PROPUESTO DE TARJETA KANBAN.	74
FIGURA 3-23. REPRESENTACIÓN DE UN MODELO DE CONTROL PARA EL CASO FUTURO DE LA GESTIÓN DEL INVENTARIO DE FICHAS DE CONSENTIMIENTOS INFORMADOS.	76
FIGURA 3-24. VSM FUTURO PARA EL PROCESO INICIADO POR EL MÉDICO DE CABECERA.	78
FIGURA 3-25. TIMELINE FUTURO DEL PROCESO INICIADO POR EL MÉDICO DE CABECERA.	79
FIGURA 3-26. CONTRIBUCIONES AL VALOR DEL PROCESO FUTURO INICIADO POR EL MÉDICO DE CABECERA.	79
FIGURA 3-27. BALANCE DE TRABAJO FUTURO PARA EL PROCESO INICIADO POR EL MÉDICO DE CABECERA.	80
FIGURA 3-28. ACTIVIDAD FUTURA DE LAS SALAS DE OSTEOARTICULAR.	80
FIGURA 3-29. CAPACIDAD FUTURA DE LAS SALAS DE OSTEOARTICULAR.	81
FIGURA 3-30. VSM FUTURO PARA EL PROCESO INICIADO POR EL MEDICO DE CONSULTAS EXTERNAS.	82
FIGURA 3-31. TIMELINE FUTURO PARA EL PROCESO INICIADO POR EL MEDICO DE CONSULTAS EXTERNAS.	83

FIGURA 3-32. CONTRIBUCIONES AL VALOR DEL PROCESO FUTURO INICIADO POR EL MEDICO DE CONSULTAS EXTERNAS.	83
FIGURA 3-33. BALANCE DE TRABAJO FUTURO PARA EL PROCESO INICIADO POR EL MEDICO DE CONSULTAS EXTERNAS.	84
FIGURA 4-1. TIEMPO ACTUAL VS TIEMPO PROYECTADO.....	94
FIGURA 4-2. ESTADO INICIAL Y FINAL DE LA AGENDA PARA LA REALIZACIÓN DE LAS CITACIONES.	98
FIGURA 4-3. PANEL FDR D-EVO G43i [30].	99
FIGURA 4-4. FUJIFILM FDR D-EVO SUITE.	100
FIGURA 4-5. COMPARACIÓN DE COSTES.	101
FIGURA 5-1. DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS DURANTE LA EXPLORACIÓN.	109
FIGURA 5-2. NUEVA DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS DURANTE LA EXPLORACIÓN.....	110
FIGURA 5-3. EQUIPO DIGITAL DIRECTO DE DOS FLAT PANEL (IZQ.) & FLAT PANEL (DCHA.)	111
FIGURA 5-4. COMPARACIÓN DE COSTES DE LAS OPCIONES TECNOLÓGICAS PROPUESTAS.	112

Índice de Tablas

TABLA 1-1. DIAGRAMA DE GANTT.....	8
TABLA 1-2. HORAS EMPLEADAS EN EL PROYECTO.....	9
TABLA 1-3. COSTES DE AMORTIZACIÓN.....	10
TABLA 1-4. COSTE DE DESPLAZAMIENTO Y ALOJAMIENTO.....	10
TABLA 1-5. COSTE DE LOS CONSULTORES EN FUNCIÓN DE LAS HORAS DEDICADAS.....	11
TABLA 1-6. PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO.....	11
TABLA 2-1. ORDENACIÓN SANITARIA DEL TERRITORIO EN LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS. COMUNIDAD DE MADRID.....	16
TABLA 2-2. SUPERFICIE DE LAS INSTALACIONES.....	18
TABLA 2-3. ACTIVIDAD DEL HOSPITAL, AMBULATORIOS Y HOSPITALIZADOS, AÑO 2014.....	23
TABLA 2-4. ACTIVIDAD DEL HOSPITAL, URGENCIAS, AÑO 2014.....	24
TABLA 2-5. ACTIVIDAD DEL HOSPITAL, CENTROS DE ESPECIALIDADES, AÑO 2014.....	24
TABLA 2-6. PORCENTAJE DE EXPLORACIONES INFORMADAS Y NO INFORMADAS.....	31
TABLA 3-1. SERVICIOS PRESENTES EN EL HOSPITAL.....	42
TABLA 3-2. REPRESENTACIÓN DEL TIMELINE TABULADO.....	56
TABLA 3-3. DISTRIBUCIÓN DE PRUEBAS PARA UN INTERVALO DE AGENDA REAL.....	66
TABLA 3-4. INTERVALO DE AGENDA ESTRUCTURADO EN BLOQUES.....	67
TABLA 3-5. TIEMPO EMPLEADO EN SET UPS ANTES Y DESPUÉS DE LA REORGANIZACIÓN DE LA AGENDA.....	68
TABLA 3-6. PORCENTAJE DE CITAS PROGRAMADAS CON MÁS Y MENOS DE UNA SEMANA.....	69
TABLA 3-7. AHORRO PRODUCTO DE LA REDUCCIÓN DE SET UPS.....	70
TABLA 3-8. TIEMPOS DURANTE LA EXPLORACIÓN.....	71
TABLA 3-9. TIEMPOS EMPLEADOS EN LA EXPLORACIÓN CON TECNOLOGÍA DIGITAL DIRECTA Y DIGITAL INDIRECTA.....	72
TABLA 3-10. ACTIVIDAD QUIRÚRGICA. MEMORIA HRUYC 2013.....	85
TABLA 3-11. ACTIVIDAD DE UNA SALA DE RADIOLOGÍA CONVENCIONAL.....	85
TABLA 3-12. TOS Y TM PARA LAS SALAS DE RADIOLOGÍA SIMPLE DE TÓRAX SEGÚN DATOS DE LA SERAM.....	86
TABLA 3-13. RELACIÓN ENTRE LAS EXPLORACIONES POR SALA Y EXPLORACIONES TOTALES EN RADIOLOGÍA CONVENCIONAL.....	88
TABLA 4-1. AHORRO PRODUCTO DE LA REDUCCIÓN DE SET UPS.....	92
TABLA 4-2. DURACIÓN INICIAL Y FINAL DEL PROCESO INICIADO POR EL MÉDICO DE CABECERA.....	95
TABLA 4-3. COMPARACIÓN DE LAS CONTRIBUCIONES AL VALOR DEL PROCESO INICIALES Y FINALES (MÉDICO DE CABECERA).....	96
TABLA 4-4. DURACIÓN INICIAL Y FINAL DEL PROCESO INICIADO POR EL MÉDICO DE CONSULTAS EXTERNAS.....	96
TABLA 4-5. COMPARACIÓN DE LAS CONTRIBUCIONES AL VALOR DEL PROCESO INICIALES Y FINALES (MÉDICO DE CONSULTAS EXTERNAS).....	97
TABLA 4-6. COSTE DE LAS OPCIONES TECNOLÓGICAS.....	100
TABLA 5-1. RESULTADOS DE LA MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE CITACIONES.....	107
TABLA 5-2. DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS EN LA EXPLORACIÓN.....	109
TABLA 5-3. TECNOLOGÍA DIGITAL DIRECTA FRENTE A LA INDIRECTA.....	111
TABLA 5-4. COMPARACIÓN DE TIEMPOS INICIALES Y FINALES.....	113

1. Introducción

La Sanidad es uno de los pilares fundamentales en los que se asientan los Estados actualmente. Por él se muestra un especial interés entre el conjunto de la población dada su importancia, no solo en cuanto a lo que representa, sino que también por la inversión que supone para la sociedad el mantener un Sistema Sanitario como el que se posee actualmente.

Por este motivo se plantea este proyecto, basado en unos objetivos cuyos fines se enfocan a la mejora de la calidad asistencial y a la reducción de tiempos innecesarios durante la atención a los pacientes. Estos objetivos se presentan junto con la metodología seguida en el apartado 1.2 en este capítulo introductorio, una vez se exponen los motivos que llevan a la realización del proyecto en el apartado 1.1. En los apartados 1.3 y 1.4 se hará hincapié tanto en la planificación que se sigue y el coste que conlleva su realización así como la estructura que presenta el documento respectivamente.

1.1. Antecedentes y Motivación

El Trabajo de Fin de Grado que aquí presento, es posible gracias a la oportunidad que me brinda el equipo directivo, junto con el jefe del Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Ramón y Cajal (perteneciente al Servicio Madrileño de Salud), para poder estudiar los procesos que tienen lugar en su Servicio y, en base a los análisis que se realicen, establecer una serie de mejoras en su funcionamiento.

El sector sanitario abarca distintas actividades, aunque todas ellas encaminadas a mejorar la salud de los pacientes. Es un pilar fundamental de la sociedad, en el que se invierten aproximadamente 100.000,00 millones de euros al año, concretamente 95.670,09 millones de euros en el año 2012, un 9% del producto interior bruto (PIB) (World Health Organization 2012)[1] y que ha experimentado una profunda revolución en los últimos tiempos gracias al extraordinario avance de la tecnología.

Dada su importancia en la sociedad, es imprescindible que se lleve a cabo una buena gestión del sector sanitario en su conjunto, que garantice el correcto desempeño de sus funciones, facilitando siempre al paciente un servicio integral que se adecue a sus necesidades en todo momento.

El paralelismo existente entre la industria convencional y los hospitales posibilita la realización de un análisis de los procesos en estos como el que se lleva a cabo en la industria, por ejemplo, al aplicar la filosofía Lean que, con origen en entornos de la fabricación Industrial, tiene un gran calado en el entorno de los procesos.

Un hospital puede entenderse como la mayor industria presente en muchas ciudades, si lo que tenemos en consideración es el elevado número de procesos, personal, pacientes, tecnología... que éste abarca.

La filosofía Lean incide en la eliminación de forma continua el gasto o despilfarro, descartando lo superfluo y centrándose en aquellas actividades que generan valor, entendiendo por valor, aquellos procesos por los cuales el cliente estaría dispuesto a pagar, tratando siempre de obtener un producto a tiempo, con el menor uso de recursos posible y de la manera más rápida y menos costosa [2].

A partir de ello se pretende poder mejorar la eficacia y eficiencia de todas las actividades que se llevan a cabo en el entorno de trabajo.

Dentro del sector sanitario podemos hacer referencia a varios casos, ya en funcionamiento, que han aplicado estas técnicas y que, a partir de ellas, han obtenido una gran mejora:

- En el Virginia Mason Medical Center, en Seattle, Washington, llevan usando las técnicas Lean para la gestión desde el 2002. Crearon más capacidad en los programas existentes generando una gran cantidad de ahorro al no tener que desarrollar planes de expansión, ahorraron entre 1 y 3 millones de dólares (USD) en salas de endoscopia que ya no era necesario reubicar y 6 millones de dólares en quirófanos nuevos, que ya no eran ineludibles [3].
- En ST. Jude Medical Center in Fullerton, California, se aplicó, en este caso, un enfoque “PDSA” (Plan-Do-Study-Act) “planificar-hacer-estudiar-actuar”, por medio del cual se consiguió que las citaciones en el servicio de radiodiagnóstico redujesen el tiempo de espera al teléfono a menos de un minuto, frente a los 20 minutos de media que había previamente y, el número de llamadas interrumpidas, pasó del 17-20% a menos del 3% [4].
- Muchas otras instituciones, como el Servicio Nacional de Salud (NHS por sus siglas en inglés) del Reino Unido ya aplican igualmente este tipo de técnicas. Esto se ve reflejado en algunos de los estudios del Instituto para la Innovación y Mejora (dependiente del NHS), como por ejemplo, la mejora del tiempo de respuesta en el departamento de patologías en el hospital de Hereford, Inglaterra, en el que en 7 días consiguieron reducirlo en más de un 40%, centrándose simplemente en los flujos de materiales en los departamentos y la eliminación de ciertos desplazamientos innecesarios del personal [5].

Como primera aproximación a los datos de un hospital como el que estudiaremos, mencionar que atiende a una población de 555.655 personas y posee, según su memoria de 2013 [6] 1.015 camas, 46 quirófanos y 290 locales de consulta.

El hospital cuenta, además, con 5.124 trabajadores entre personal de la división médica (1.232), personal sanitario (2.523), personal no sanitario (1.340), personal docente (12) y equipo directivo (17).

Es importante destacar que ha sido el 2013 el año en el que el Hospital ha consolidado su posicionamiento en la convocatoria MIR, siendo el primer centro de España por haber sido seleccionado para realizar su formación como especialistas, por 3 de los 10 primeros y 13 entre los 100 primeros clasificados en el examen MIR, dato que pone de manifiesto la relevancia particular del hospital dentro del conjunto de los hospitales españoles como se refleja nuevamente en su memoria [6].

Un complejo de estas características supone un gasto anual de 357.481.157 € donde 204.090.931€ son referentes al personal y 152.479.946€ de gasto corriente: farmacia, suministros, mantenimiento, arrendamiento,... Destacando que, solamente en farmacia, el gasto asciende a 67 M€.

Dentro de un hospital como el estudiado hay múltiples Servicios. Uno de los más frecuentemente usados por los pacientes es el Servicio de Radiodiagnóstico. En este hay presentes numerosos profesionales entre los que se destacan Médicos Radiólogos, Auxiliares de Enfermería, Técnicos de Radiología, Enfermeros, Celadores, Administrativos y Residentes que, conjuntamente, llevan a cabo toda la actividad del mismo.

El Servicio, para el diagnóstico por imagen, cuenta con 13 equipos de radiología convencional, 11 Telemandos, 6 Ecógrafos, 4 Tomógrafos Computerizados (CT), 3 Resonancias Magnéticas (RM), 3 Mamógrafos, 2 Salas de Radiología Vascular, 2 Aceleradores Lineales, 4 Ganmacámaras, 2 Angiógrafos Digitales y 2 Salas de Hemodinámica.

Su actividad supone, además, la realización de 390.000 estudios anuales y, concretamente dentro de éste, podemos destacar que un volumen superior al 70% del total de estudios realizados se llevan a cabo en el área de Radiología Convencional, llegándose a practicar a lo largo del 2013 un total de 230.949 estudios si se tiene en cuenta la actividad del hospital, los centros de especialidades y para pacientes ambulatorios, hospitalizados y urgentes [6].

Es por ello que será este área la que centre la atención en el desarrollo del proyecto, si bien se hará referencia a otras áreas que, dependiendo del contexto, será de interés mencionar.

1.2. Objetivos y Metodología

1.2.1. Objetivos

La realización de este proyecto busca establecer una planificación diferente de los procesos que se llevan a cabo en el Servicio de Radiodiagnóstico, mediante la

eliminación de lo superfluo, todas aquellas actividades que no aportan valor, y centrándonos en las actividades importantes, es decir, en aquellas que añaden valor a medida que se van llevando a cabo poder lograr una mejora en la eficacia y eficiencia en su conjunto. Para ello se deben tener en cuenta distintos factores como el organizativo o el tecnológico, tanto a nivel de innovación con el que cuenta el Servicio, como a nivel de recursos que permiten la realización de las diferentes pruebas diagnósticas.

De esta manera se asegura que se puede dinamizar y mejorar su rendimiento de cara a la reducción del tiempo en el proceso de atención al paciente, beneficiario último de todas las medidas que se pretendan plantear, sólo centrándonos en el proceso de los sujetos siguientes:

- Pacientes
- Personal del Servicio
- Características de la Tecnología

Algunos objetivos específicos serán por tanto:

- a. Reducir el tiempo de Set-Up (Interno y externo) o puesta a punto de los equipos en las salas de radiología convencional para la realización de las distintas pruebas.
- b. Analizar, mediante un mapa de flujo de valor, la situación actual del proceso de atención del paciente e identificar las actividades que añaden valor y las que no lo hacen para poder reducir el gasto (“muda”) en la actividad del servicio.
- c. Analizar la repercusión que tendría la actualización de alguna tecnología con la que cuenta actualmente el servicio en radiología convencional, a nivel de tiempo de ocupación de sala y, por ejemplo, en su impacto sobre los Set-Up.
- d. Valorar el impacto técnico y económico para llevarlo a cabo así como para el personal del servicio y los beneficios sobre las esperas a las que están sujetos los pacientes.

De acuerdo con todo lo indicado anteriormente se puede enunciar el objetivo del Trabajo como: *“La mejora en la eficacia y eficiencia de los procesos llevados a cabo en el Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Ramón y Cajal obteniendo, como efecto inmediato, la reducción del tiempo total empleado por el paciente para la realización de las exploraciones radiológicas en las salas de Osteoarticular”*.

En dicho objetivo convergen todas las acciones que se llevan a cabo a lo largo del Trabajo y que revierten en un aumento de la satisfacción de los pacientes así como de

los profesionales que perciben cómo se ven simplificadas sus tareas consecuentemente.

Para poder alcanzarlo es importante tener en cuenta en todo momento que, en un hospital, debe prevalecer por encima de todo el criterio del médico ya que es el que vela de forma constante por la salud del paciente, siendo uno de los requisitos fundamentales que hay que considerar junto con el presupuesto, espacio y personal del que dispone el hospital para garantizar la viabilidad de las mejoras que se quieran proponer. El cliente será el paciente y por medio de toda esta implementación de técnicas de mejora, se le intentará beneficiar en la mayor de las medidas.

1.2.2. Metodología

La metodología que se sigue para todo ello se basará desde un primer momento en conocer en detalle lo que es un Servicio de Radiodiagnóstico y de qué manera se podrán llevar a cabo la implantación de mejoras en dicho Servicio para poder orientar el Trabajo, combinando siempre el conocimiento teórico y práctico de éste.

El método seguido será el siguiente:

- Inicialmente se realiza una aproximación teórica mediante el estudio y análisis de diversas memorias de diferentes hospitales, proyectos españoles y extranjeros relacionados con el caso, libros y artículos de revistas, información publicada por la SERAM (Sociedad Española de Radiología Médica)... de los que se va haciendo referencia a lo largo del proyecto, y que propician la comprensión tanto de en qué consiste un Servicio de estas características como en qué lugares se han puesto en práctica estas medidas que se pretenden plantear y qué beneficios o cambios trajeron consigo las modificaciones realizadas en estos centros.
- Posteriormente a estos estudios, meramente teóricos, es necesario experimentar “in situ” todo aquello acerca de lo que se ha estado estudiando hasta el momento y ver, de primera mano, cómo son todos los procesos que se llevan a cabo. En este punto cabe destacar, las visitas al Jefe de Servicio para tratar los avances alcanzados hasta el momento, las estancias en la Secretaría del Servicio o bien el paso por diferentes modalidades radiológicas accediendo a las distintas salas de examen y pudiendo observar los equipos radiológicos con los que cuentan para desarrollar su tarea, ver su funcionamiento y de qué

manera trabajan con ellos los técnicos de las salas que los utilizan. Para ello se emplean dos días correspondientes al 7 y 8 de enero de 2015 así como otros tres durante el intervalo del 25-27 de marzo de 2015.

- Tras este periodo se plantean diferentes técnicas o herramientas prácticas en las que basarse para la implementación de mejoras en el Servicio, que luego serán propuestas como solución a los diferentes motivos planteados, siempre contando primero con la aprobación por parte del hospital para ello.
- Finalmente, en la etapa última del desarrollo del proyecto, se han recogido todos los datos experimentales necesarios para la elaboración del Trabajo y se aplicarán todas las técnicas y herramientas que se habían definido en el paso previo. De esta manera se llega a la obtención de los resultados que permitirán poder establecer de una manera objetiva cuales son los distintos puntos de mejora.

Como se puede observar es fundamental estar, en todo momento, en contacto con el personal que interviene en el funcionamiento del Servicio para poder analizar todos los pasos del proceso de la manera más detallada posible (personal de administración, Técnicos de Radiología, Médicos Radiólogos...).

Este contacto se mantiene, desde el primer momento por medio del Jefe del Servicio, que es el procurador de la orientación a cada uno de los departamentos lo integran. Esto es lo que permite de una manera recurrente, tras observar el funcionamiento y haber obtenido los datos necesarios, poder aplicar las herramientas y técnicas de la metodología Lean que resultarán en la obtención de las mejoras para el Servicio en cuestión.

1.3. Planificación y Presupuesto

1.3.1. Planificación

Una vez dado el visto bueno al planteamiento del proyecto por parte del tutor, se contacta con el hospital para ver si es viable realizarlo en sus instalaciones y poder usar determinados datos de éste, de tal manera que el estudio sea lo más preciso posible.

Desde un principio se concretan tres periodos de visitas que se deben realizar en las distintas fases de desarrollo del proyecto de tal manera que se combine el conocimiento teórico con el conocimiento experimental adquirido en el hospital.

Para la realización de la primera de las estancias se realiza un estudio previo que permita adquirir un conocimiento amplio acerca de en qué consiste un Servicio de Radiodiagnóstico, qué elementos lo conforman (tanto personal como equipamiento electromédico) y cuáles son los procesos que intervienen en él relacionados con el paciente, con los profesionales y con la tecnología empleada durante la actividad. De esta manera, al realizar la visita a las instalaciones, la comprensión de la información que se recibe puede ser asimilada de una manera más rápida al tener nociones acerca de los temas que se tratan en cada momento.

Conocer en persona el Servicio proporciona una perspectiva diferente a la que se puede adquirir sobre el papel. Esto ayuda a poder afrontar los distintos temas que vayan surgiendo desde un punto de vista más cercano a la realidad que se pudo observar y plantear soluciones adecuadas y acertadas conforme con el contexto.

En base a todo ello, y a la nueva información que se obtenga de diversos documentos, se puede comenzar a realizar el desarrollo del proyecto en cuestión. Habrá una segunda y tercera visita al servicio, como se ha mencionado previamente. Estas están programadas con la finalidad de poder resolver nuevas cuestiones que surjan hasta la fecha, profundizar en aspectos que no quedasen lo suficientemente claros de las estancias previas y poder tomar las mediciones que sean oportunas para el desarrollo del proyecto, siendo esto último el motivo fundamental del periodo empleado en el Servicio durante el mes de junio.

Tabla 1-1. Diagrama de Gantt.

ID	Nombre de la Tarea	Comienza	Finaliza	Duración	2014/12/27		2015/3/1		2015/6/1	
					2015/1/1	2015/2/1	2015/3/1	2015/4/1	2015/5/1	2015/6/1
1	Estudio Teórico de un Servicio de Radiodiagnóstico	2014/12/27	2015/1/1	6.0 d.						
2	Primera Estancia	2015/1/7	2015/1/8	2.0 d.						
3	Estudio de la Aplicación de las Técnicas Lean al Sector Sanitario	2015/1/19	2015/1/31	12.0 d.						
4	Segunda Estancia	2015/3/25	2015/3/27	3.0 d.						
5	Aplicación Teórica de Técnicas y Conceptos Lean al Servicio	2015/4/1	2015/4/11	10.0 d.						
6	Tercera Estancia	2015/6/1	2015/6/24	18.0 d.						
7	Periodo de Redacción de la Memoria	2015/1/31	2015/6/24	145.0 d.						
8	Primer Etapa de Redacción	2015/1/31	2015/2/10	11.0 d.						
9	Segunda Etapa de Redacción	2015/4/22	2015/4/29	7.0 d.						
10	Tercera Etapa de Redacción	2015/6/3	2015/6/24	17.0 d.						
11	Presentación de Conclusiones al Jefe del Servicio y a la Dirección del Hospital	2015/6/25	2015/6/26	2.0 d.						

Cada una de las etapas que se han ido siguiendo a lo largo de todo el proceso se muestran de manera detallada en el diagrama de Gantt (Tabla 1-1), donde se pueden observar dos características principales que definen este tipo de diagramas que son, por un lado la secuencia y, por otro, la duración de cada uno de los puntos.

La duración a la que está sujeta cada etapa se expresa en días dentro de este diagrama. No obstante, a cada día, le corresponderán un determinado número de horas. Estas horas dependerán de factores como el momento en el que se lleva a cabo, dada la combinación de la realización del proyecto con los estudios académicos, o si ese mismo día eran realizadas varias actividades como el caso de junio en la que se debía combinar la atención al hospital con la redacción de la memoria.

De esta manera se podrá detallar en la Tabla 1-2 las horas concretas que han correspondido a cada día de una forma aproximada y orientativa mostrando una duración total para el proceso de 386 horas.

Tabla 1-2. Horas Empleadas en el Proyecto.

Etapas (ID)	Días	Horas/Día	Horas Totales
1	6	4	24
2	2	5	10
3	12	4	48
4	3	5	15
5	10	4	40
6	18	5	90
8	11	4	44
9	7	4	28
10	17	5	85
11	2	1	2
TOTAL			386

1.3.2. Presupuesto

Para una realización detallada del Presupuesto es necesario contar, además de con las horas dedicadas (Tabla 1-2), con elementos como:

- Coste de Amortización de los elementos usados durante el proyecto.
- Gasto en transporte y alojamiento.
- El tiempo dedicado al proyecto por parte del Tutor, ya que éste invierte tiempo en el desarrollo del mismo y, dada su experiencia, el valor de las horas de su trabajo no se puede englobar dentro del mismo coste al que se someten las horas de trabajo realizadas por el autor del proyecto señaladas en la Tabla 1-2.

Primeramente, en cuanto a la amortización, decir que se incluirán en sus cálculos tanto un Ordenador como un Software específico empleados en el desarrollo del Trabajo. Los costes relativos a los mismos se reflejan en la Tabla 1-3.

Tabla 1-3. Costes de Amortización.

	Coste (€)	Periodo de Amortización (meses)	Uso (meses)	Coste Final
Sony Vaio Fit E SVF1531B4E	899,00	48	6	112,38 €
Software Edraw Max Pro Education License	66,58	36	6	11,10 €
			TOTAL	123,48 €

Para el caso correspondiente a los desplazamientos y el alojamiento se tendrán en cuenta los siguientes gastos añadidos (Tabla 1-4).

Tabla 1-4. Coste de Desplazamiento y Alojamiento.

Etapas en el Hospital	Desplazamiento (€)	Alojamiento (€)	Total Estancia
Primera	49,50	123,50	173,00 €
Segunda	205,59	185,25	390,84 €
Tercera	127,00	470,00	597,00 €
		TOTAL	1.160,84 €

Si se calcula ahora el coste del personal implicado en el proyecto, para un proyecto de características similares al presentado y diferenciando entre el coste de un consultor junior (Autor del proyecto) y un consultor senior o gerente (Tutor del proyecto), se puede extraer la Tabla 1-5 como resultado. Hay que mencionar que todos los costes mostrados son sin dietas y, una vez más, con carácter genérico y orientativo dado que dichos costes pueden verse modificados en función del tipo de proyecto realizado y la empresa encargada de su realización.

Tabla 1-5. Coste de los Consultores en Función de las Horas Dedicadas.

Consultor	Nº Horas Dedicadas	Precio / Hora (€)	Total por Consultor
Junior	386	35	13.510,00 €
Senior	20	70	1.400,00 €
TOTAL			14.910,00 €

Por lo tanto, de haberse llevado a cabo la realización del proyecto en una empresa, el coste del mismo ascendería a un total de 16.194,32 €, como se muestra en la Tabla 1-6.

Tabla 1-6. Presupuesto Total del Proyecto.

Total Amortización	123,48 €
Total Desplazamiento y Alojamiento	1.160,84 €
Total Consultores	14.910,00 €
Presupuesto Total del Proyecto	16.194,32 €

1.4. Estructura del Documento

El proyecto se estructura en diferentes capítulos:

- En el Capítulo 1 del proyecto se presenta una parte introductoria en la que se detalla brevemente lo que se va a llevar a cabo, cuales son las metas que se pretenden conseguir mediante el proyecto y la manera en la que se desarrollarán los distintos puntos durante el proceso.
- El Capítulo 2 muestra una aproximación más exhaustiva a lo que es el sistema sanitario y, en concreto, el Servicio de Radiodiagnóstico, cómo se rige y de qué está compuesto, así como la disposición de las instalaciones para el caso particular que nos concierne. Asimismo se presentan en este las herramientas y técnicas que se emplean en la realización del proyecto, los procesos de atención a los pacientes dependiendo de la procedencia de los mismos y la manera en la que fluye el material en el servicio desde los grandes almacenes hasta su empleo último.
- En el Capítulo 3 se produce una presentación del funcionamiento actual del Servicio y análisis de cómo perfeccionarlo a raíz de las técnicas y herramientas que se exponen en el apartado teórico anterior.
- A lo largo del Capítulo 4 se detallan los resultados de la investigación y se analizan, tanto las ventajas que aportan las medidas propuestas como la forma en la que se podrían implementar en función de las diferentes inversiones o modificaciones que sea necesario realizar.
- El último de los bloques, que se corresponde con el Capítulo 5, contendrá una conclusión acerca de todo lo que ha supuesto el proceso de mejora llevado a cabo, la presentación final de los resultados que han sido alcanzados y los futuros desarrollos a los que están sujetos. Seguido a este capítulo se detallan las Referencias empleadas y, en último lugar, los diversos anexos a los que se recurre mediante citas a lo largo del Trabajo.

2. Marco Teórico

Desde sus inicios, el Sistema Nacional de Salud, ha sido una estructura compleja caracterizada por el cambio a lo largo de los años y por la renovación constante a todos los niveles.

Tras lo presentado en el Capítulo introductorio en el que, entre otros aspectos, se muestran los objetivos presentes, en este se proyecta un conocimiento teórico acerca de las herramientas que emplearemos para su obtención, si bien hay que destacar otros puntos importantes dentro del mismo.

En el primero de los apartados se plantea una visión del sistema sanitario en España. Los dos apartados siguientes se centran concretamente el Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Ramón y Cajal (HURyC) ya que se expondrá en ellos características del mismo tales como su disposición en el conjunto, el equipamiento, el personal implicado en su funcionamiento y el proceso de atención a los pacientes entre otros rasgos.

En el último de los apartados (apartado 4) se presentan, las técnicas y herramientas Lean que, se emplearán en el Capítulo 3 para la consecución de mejoras en el Servicio.

2.1. Sistema Sanitario y Servicio de Radiodiagnóstico en España

El Instituto Nacional de Previsión (INP) fue el primer organismo oficial establecido con la finalidad de constituir un régimen de libertad subsidiada para pensiones de retiro y dote infantil, convirtiéndose en el organismo precursor de la previsión social en España, creado el 27 de febrero de 1908 [7].

La Constitución Española, de 1978, en el punto primero de su artículo 43 [8] establece que: “Se reconoce el derecho a la protección de la salud”. Es entonces cuando, ese mismo año, se crea el Instituto Nacional de la Salud (INSALUD). Su objetivo es la gestión y administración de servicios sanitarios, aunque esta disposición solamente se mantendrá hasta 1986, año en el que se aprueba la ley general de sanidad. El sistema nacional de salud pasará, en este punto, a estar constituido como “el conjunto de los servicios de salud de las Comunidades Autónomas convenientemente coordinados” según se hace constar en el Título III de la *LEY /4/1986, de 25 de abril. General de Sanidad* [9] y que es con el que contamos en la actualidad.

Éste es un hecho de gran relevancia para la sanidad en España. Establece que habrá 17 sistemas sanitarios que, bajo una directriz común, se diferenciarán del resto favoreciendo la competitividad y el desarrollo de los mismos. Esto es algo muy positivo ya que incrementará su eficacia y que revierte, no solo en la comunidad autónoma en cuestión, sino en todo el sistema sanitario en su conjunto ya que de los logros de unos sistemas se pueden nutrir los demás.

El sistema nacional de salud se encuentra dividido en dos niveles asistenciales, Atención Primaria por un lado y Atención Especializada por otro tal y como establece el Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad [10].

Atención primaria está destinada a proporcionar a la población una serie de servicios básicos fácilmente accesibles por medio, principalmente, de los múltiples centros de salud y consultorios repartidos por toda la geografía española, en total 3.006 y 10.116 respectivamente, según datos del 2012.

Atención Especializada se compone de centros de especialidades y de hospitales, habiendo de estos últimos 790 en toda España entre públicos y privados con un total de

162.538 camas [10]. Para garantizar toda la asistencia requerida el sistema nacional de salud, según el Instituto Nacional de Estadística (INE), a fecha de 31 de diciembre del 2014 se cuenta con 238.240 médicos colegiados [11].

No obstante, hay que destacar que, comunidades como la gallega, están comenzando a cambiar esta división actual de dos niveles asistenciales por una única gestión integrada de ambos. Tanto Atención Primaria como Atención Especializada tienen sus correspondientes estructuras organizativas y al introducir el modelo de gestión integrada estas estructuras se reducen a una sola. Este nivel único supone una gestión más simple y eficaz, que el modelo organizativo y asistencial previo. De esta manera se incurre, por un lado, en la eliminación de ciertos costes para el sistema, y por otro en el aumento de la efectividad ganada al ser regido todo bajo la misma gerencia.

Dentro de un hospital hay múltiples Servicios. Uno de ellos es el Servicio de Radiodiagnóstico, el cual, en gran medida, ha evolucionado de forma muy notable los últimos años gracias al avance de la tecnología. Dado que es un área muy dependiente de los recursos tecnológicos para la obtención de imágenes y su utilización para el diagnóstico del paciente (Diagnóstico por Imagen) le hace especialmente sensible a los distintos avances que se van produciendo en este campo y que evaluaremos más adelante.

Ejemplos de estos avances son la nitidez de las imágenes obtenidas, el número de cortes que se llevan a cabo en técnicas como la tomografía computerizada (CT), que posibilitan la obtención de un diagnóstico más preciso, la velocidad con la que se realizan las exploraciones radiológicas, la precisión de la radiación emitida por el equipo en la zona a estudiar evitando, asimismo, que zonas cercanas del cuerpo que no son objeto de estudio también la reciban, entre otras muchas...

2.2. Ordenación Sanitaria

En la Comunidad de Madrid, donde centramos nuestro estudio, la Consejería de Sanidad estructuraba el territorio en áreas sanitarias hasta el 2011, cuando se creó una única área sanitaria para toda la comunidad pero que, a su vez, pasaría a estar subdividida en distintas direcciones asistenciales, siendo la estructura actual la

establecida en la Ordenación Sanitaria del Territorio en las Comunidades Autónomas y la reflejada en la Tabla 2-1 [12].

Tabla 2-1. Ordenación Sanitaria del Territorio en las Comunidades Autónomas. Comunidad de Madrid.

Provincia	Áreas Sanitarias	Dirección Asistencial
Madrid	Área sanitaria única	Centro
		Este
		Noroeste
		Norte
		Oeste
		Sur
		Sureste

El Hospital Universitario Ramón y Cajal (HURyC) en concreto se encuentra dentro de la Dirección Asistencial Este. Según se puede extraer de su memoria correspondiente al 2013 [6] este atiende a un total de 555.655 pacientes de los cuales 84.085 se encuentran en el rango de edad inferior a los 14 años, 373.180 entre los 14 y los 64 años y 98.390 poseen una edad de 65 años o superior.

Cuenta, además, con dos centros de atención especializada, el centro de especialidades de San Blas y el centro de especialidades de Emigrantes donde hay presentes 55 y 18 locales de consulta respectivamente, según se establece en la página web del propio hospital [13], y que complementan a la actividad principal de este siempre que es preciso. En ellos también hay presente un Servicio de Radiodiagnóstico, si bien menos diversificado y equipado, que con el que cuenta el propio hospital.

2.3. El Servicio de Radiodiagnóstico en el HURyC

Los Servicios Centrales de un hospital son aquellos que suponen un apoyo para el diagnóstico del paciente y que cuentan con una gran cantidad de recursos tecnológicos a su alcance.

El Servicio de Radiodiagnóstico es un Servicio Central que genera una serie de valores intermedios que luego serán empleados por los servicios finales para concluir con el diagnóstico del paciente y que son los que emitirán, cuando corresponda, el alta médica.

Su objetivo será el de proporcionar los datos más precisos posibles, en la mayor brevedad de tiempo y evitando duplicidades de pruebas, es decir, estableciendo cual es la prueba más adecuada para cada caso específico como se establece en el Glosario de términos para la administración y gestión de los servicios sanitarios [14].

2.3.1. Instalaciones

El Hospital Universitario Ramón y Cajal se encuentra localizado en la carretera de Colmenar Viejo a la altura del kilómetro 9,100 siendo uno de los hospitales de referencia en la Dirección Asistencial Este, ubicado en la zona norte de Madrid, tal y como se detalla en la Memoria del Hospital del año 2013 [6]. En la Figura 2-1 se puede observar en un mapa su localización.



Figura 2-1. Ubicación del Hospital Universitario Ramón y Cajal.

Dicho hospital cuenta con 17 plantas, 5 de ellas subterráneas y con varios edificios anexos con los que se encuentra comunicado y que albergan instalaciones como Urgencias, dos Resonancias Magnéticas, Consultas Externas, el Pabellón Docente, la Central Telefónica y la Sala de Máquinas así como una conexión con la estación de Cercanías de Renfe.

Posee una superficie de 238.289m² y de 249.232m² si se incluyen las superficies presentes tanto en el Centro de Especialidades Periférico de San Blas como en el Centro de Especialidades Periférico de Emigrantes que, si se desglosan, tienen la distribución mostrada en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2. Superficie de las instalaciones.

Centro	Superficie (m ²)
Hospital Universitario Ramón y Cajal	238.289
Centro de Especialidades Periférico de San Blas	6.582
Centro de Especialidades Periférico Emigrantes	4.361
Total	249.232

En concreto el Servicio de Radiodiagnóstico está presente tanto en el propio hospital como en los dos Centros de Especialidades que pasan a depender del primero.

En el hospital se encuentra ubicado en tres espacios diferenciados que son la planta 0, el Servicio de Urgencias, correspondiente al Sótano -3, y en un edificio anexo, en la parte posterior a la fachada principal en el Sótano -5 donde se encuentra un área de Resonancia Magnética.

La distribución arquitectónica de estos espacios se detalla de la siguiente manera:

En la Figura 2-2 se puede apreciar dentro del recuadro azul la distribución y dimensión global del Servicio en la planta 0 del hospital que se corresponde con el espacio de mayores dimensiones con el que cuenta dicho Servicio y en el que engloba el mayor número de modalidades radiológicas en consecuencia.



Figura 2-2. Plano del servicio de radiodiagnóstico de la planta cero del hospital.

Es interesante comentar que, dentro de esta planta y para el caso de las Resonancias Magnéticas, se ha realizado una importante inversión que cabe destacar.

Recientemente se ha instalado un nuevo equipo de Resonancia Magnética en dicha planta (mostrada en la figura 2-2 previa), de características superiores a las de las dos ya existentes en la planta -4 y que proporciona un gran avance no sólo a nivel tecnológico sino también a nivel organizativo.

Desde el punto de vista tecnológico el motivo de estos avances radica en la rapidez con la que se realizan las exploraciones y la calidad de las imágenes obtenidas (que son mayores que en los equipos ya presentes en el edificio anexo mencionado previamente).

Desde el punto de vista logístico u organizativo el avance subyace, por un lado, en la reducción del tiempo de espera para ser atendido en una de estas modalidades radiológicas, al contar el hospital con una Resonancia Magnética a mayores, y por otro lado, en la simplificación del movimiento de los pacientes hospitalizados.

Cuando un paciente hospitalizado necesitaba acudir al área de Resonancia Magnética para llevar a cabo una prueba debía llegar a la planta -4, algo que provocaba pérdidas importantes de tiempo para los profesionales que se tenían que desplazar largas distancias.

Comentar finalmente que, para el caso de aquellos pacientes que no son hospitalizados sino ambulatorios, la presencia de estos dos equipos en el edificio anexo es de gran utilidad al tener conexión directa con el exterior, motivo por el cual, el paciente no tiene la necesidad de ir previamente a ningún otro espacio del hospital, simplificando así sus movimientos en lo que es el proceso de atención, revirtiendo en una disminución en la duración total del proceso para el paciente. Ejemplo claro de los claros beneficios que este tipo de inversiones y transformaciones pueden tener tanto para los pacientes como para los profesionales que trabajan en el Servicio.

En lo referente a los espacios relativos a las Urgencias y los Centros de Especialidades Periféricos (C.E.P.) con los que cuenta el Servicio de Radiodiagnóstico, se muestran a continuación.

En la Figura 2-3 se muestra el área presente en Servicio de Urgencias (Área de Radiodiagnóstico).

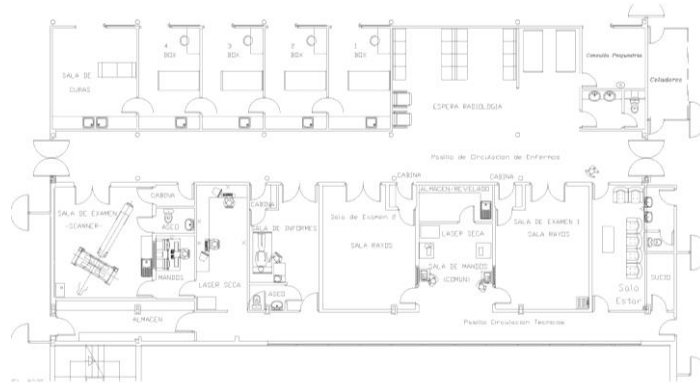


Figura 2-3. Servicio de Urgencias. Área de Radiodiagnóstico.

Como se mencionó previamente, cada uno de los Centros de Especialidades Periféricos que dependen del hospital, tanto el de San Blas como el de Emigrantes, cuentan con su propio servicio de radiodiagnóstico, aunque poseen una variedad de modalidades radiológicas inferior a la del hospital así como la inferior disponibilidad tecnológica que esto conlleva.

En la Figura 2-4 se ilustra la disposición del Servicio de Radiodiagnóstico del C.E.P. de San Blas.

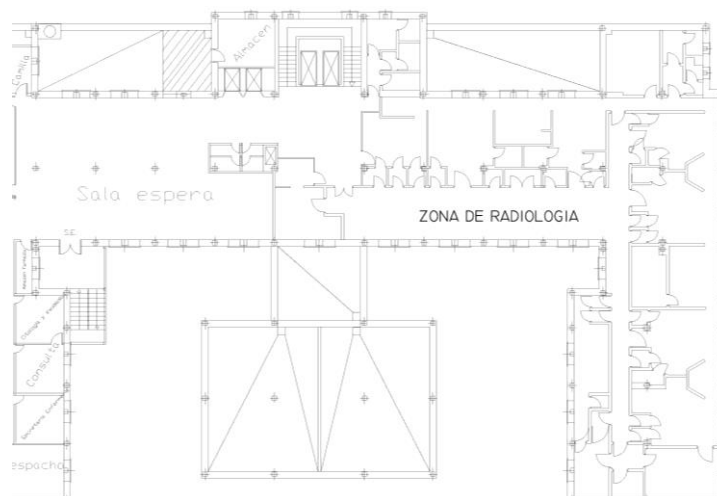


Figura 2-4. Servicio de Radiodiagnóstico del C.E.P. de San Blas.

Por último en la Figura 2-5 se presenta el área referente al Servicio de Radiodiagnóstico del C. E. P. de Emigrantes.

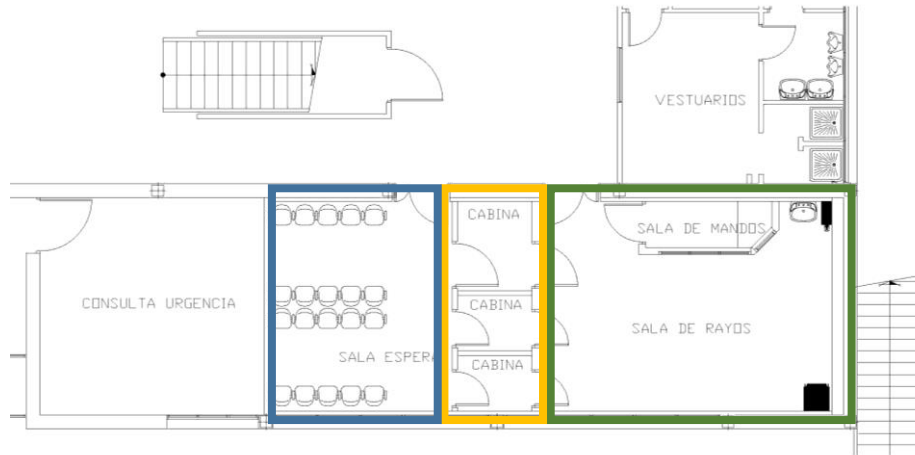


Figura 2-5. Servicio de Radiodiagnóstico del C.E.P. de Emigrantes.

En la Figura 2-5 podemos ver con detalle la distribución recurrente en este tipo de Servicios, con una organización altamente eficaz localizando la sala de espera contigua a las cabinas (usadas para desvestirse para la realización de las exploraciones) que están a su vez conectadas con la sala de rayos para una mayor eficacia y productividad y que se resaltan por los recuadros azul, amarillo y verde respectivamente.

De entre todas las modalidades radiológicas existentes en el hospital nos centraremos en la Radiología Convencional que supone el 20% de los tipos de pruebas que se pueden realizar y abarca el casi 80% (moviéndose en un rango entre el 60% el 75% con los años) de los de los pacientes, algo que se ajusta en gran medida al principio de Pareto en cuanto a que alrededor del 80% de la población se centra en un mismo 20% de frecuentación de una misma modalidad radiologica que, en este caso, se trata de pruebas de Radiología Convencional.

2.3.2. Evolución del servicio y características actuales

Una prueba radiológica consiste en la utilización de los Rayos X para la obtención de una imagen del cuerpo humano que permita su posterior estudio para el correcto diagnóstico del paciente.

En los últimos años se produce una profunda transformación del conjunto de los Servicios de Radiodiagnóstico, evolucionando desde las estructuras más tradicionales existentes hasta el momento, hacia un modelo nuevo de funcionamiento, basado en la tecnología digital y el desarrollo de las Tecnologías de la Comunicación e Información.

Asimismo se destaca la mejora a los Sistemas de Archivo y Comunicación de Imágenes Médicas (PACS), que permiten el almacenamiento y transmisión de los informes en el entorno clínico como las imágenes diagnósticas de todas las modalidades radiológicas, interrelacionando el Servicio con otros dentro del hospital. Esta interrelación, que permite una mejor intercomunicación entre Servicios, es un factor muy importante dado que permite la creación de equipos interdisciplinarios, lo cual revertirá significativamente en la calidad de la atención al paciente.

2.3.2.1. Tipos de Radiología Digital Presentes en la Actualidad

Hay que destacar que, en el caso de la radiología convencional, recientemente se han hecho importantes avances en cuanto a la tecnología de los equipos. Hasta ahora los equipos de radiología digital indirecta (CR- Computerized Radiology) y de radiología digital directa, convivían en sus funciones. Actualmente los equipos CR están desapareciendo del panorama tecnológico en los hospitales españoles para dar total paso a la radiología digital directa.

El término radiología digital denomina a aquellos tipos de radiología que obtienen imágenes en formato digital sin tener que manipular previamente una placa de película radiológica para su obtención.

Podemos diferenciar dos tipos de radiología digital [15]:

- Radiología Computerizada (también conocida con el nombre de Radiología Digital Indirecta).
- Radiología Digital Directa.

La radiología computerizada emplea un chasis con una lámina de fósforo fotoestimable en su interior que se coloca en el equipo médico para la obtención de la imagen. Una vez se produce la radiación del chasis es necesario transportarlo a una máquina que digitalizará la imagen que se encuentra presente en la lámina. Cuando se introduce el chasis en el equipo de lectura se extrae automáticamente la placa y se

procede a su lectura para poder incluirla en el sistema de archivo y comunicación de imágenes (PACS) que se mencionaba previamente. En este punto, además, se resetea la lámina de fósforo para poder utilizarla de nuevo y se introduce finalmente en el chasis inicial [15]. Actualmente es una tecnología empleada en las salas de Osteoarticular, en Traumatología.

Por otro lado la radiología digital directa, se basa en circuitos integrados con elementos sensibles a la luz llamados sensores CCD. Podemos destacar los detectores de panel plano (conocidos como flat panel; FP) que obtienen y transmiten la imagen directamente, sin necesidad de emplear ningún chasis en pasos intermedios como ocurría con los equipos de radiología computerizada, lo que reduce el tiempo de ocupación de la sala al acelerar el proceso de obtención de la imagen [15].

2.3.2.2. Actividad desarrollada

La actividad del Servicio de Radiodiagnóstico se puede subdividir en, la llevada a cabo en el hospital orientada a pacientes ambulatorios y hospitalizados, la actividad del Servicio en Urgencias y por último la actividad que corresponde a los Centros de Especialidades de San Blas y de Emigrantes.

Las exploraciones que se pueden desempeñar en el hospital, para pacientes ambulatorios y hospitalizados son las presentes en la Tabla 2-3 y que, junto con la información contenida en la Tabla 2-4 y Tabla 2-5, fue proporcionada por el hospital.

Tabla 2-3. Actividad del Hospital, Ambulatorios y Hospitalizados, año 2014.

Actividad Hospital (Ambulatorios + Hospitalizados)	Tórax
	Abdomen
	Ósea simple
	Exploraciones Óseas Complejas
	Exploraciones Series Óseas
	Telerradiografías
	E. Digestivos
	Urografías
	Exploración Urografía instrumental + cistog.
	Ortopantografías

	Angiografía Diagnóstica
	Angiografía Terapéutica
	Tomografía Axial Computerizada (T.A.C.)
	Mamografías
	Ecografías
	Ecodoppler
	Resonancia Magnética (Explor. Hosp.)

En Urgencias los pacientes pueden ser sometidos por su parte a las exploraciones señaladas en la Tabla 2-4.

Tabla 2-4. Actividad del Hospital, Urgencias, año 2014.

Urgencias	Radiología Simple
	Tomografía Axial Computerizada (T.A.C.)
	Ecografías

En cuanto a los Centros de Especialidades destacamos lo siguiente (Tabla 2-5).

Tabla 2-5. Actividad del Hospital, Centros de Especialidades, año 2014.

Centro de Especialidad	
San Blas	Tórax
	O. Simples
	Ortopantografías
	Est. Digestivos
	Mamografías
	Abdomen
Emigrantes	Tórax
	O. Simples
	Abdomen

El hecho de que en el hospital y en los centros de especialidades se cubran necesidades similares (como por ejemplo las exploraciones de Tórax) es positivo dado que sirven de apoyo a la actividad del hospital y permite barajar la posibilidad del lugar de realización de la exploración en base a los criterios que correspondan en cada momento (como puede ser el estado de las listas de espera, cercanía al paciente...).

Cabe destacar que, con el fin de poder establecer un control preciso sobre la actividad de los Servicios, estos realizan el cálculo de diferentes valores que les sirvan como indicadores y puedan proporcionarles información acerca del rendimiento de los mismos.

Estos indicadores pueden abarcar un gran rango de parámetros. Bajo la perspectiva organizativa del Servicio, resulta de gran interés contar con datos como la actividad de las Salas; tasas de frecuentación global del Servicio; el porcentaje de estudios que se informan; la productividad de las Salas... Para lo que se realizará un cálculo con algunos de los datos obtenidos durante el 2015 de tal manera que sirva de orientación sobre el valor final que se pueda llegar a obtener al finalizar el ejercicio del año completo.

2.3.3. Personal

El Servicio de Radiodiagnóstico está compuesto por Médicos Radiólogos, Enfermeros, Técnicos de Radiología, Auxiliares de Enfermería, Celadores, Administrativos y Residentes. Cada uno de ellos desempeña sus funciones específicas dentro del mismo:

- a. Los Médicos Radiólogos establecen un diagnóstico en base a las imágenes obtenidas a partir de las distintas pruebas diagnósticas que se le hayan realizado al paciente.
- b. El Enfermero se caracteriza por la realización de actividades que complementan la del Médico y que son inherentes a ellos como aplicar determinados tratamientos, proporcionar apoyo al Radiólogo en una intervención..., entre otras.
- c. Los Auxiliares de Enfermería realizan actividades de apoyo en el Servicio complementando a los dos anteriores.
- d. Los Celadores son los encargados de transportar a los pacientes sin movilidad a su localización para la realización de las pruebas pertinentes en cada caso.

- e. El personal Administrativo, situado mayormente en la Secretaría del Servicio, engloba todas las actividades relacionadas con las citaciones de las pruebas diagnósticas.
- f. Los Residentes son graduados en Medicina que cursan varios años en el Servicio para la posterior obtención de su especialidad en el campo correspondiente.

2.3.4. Equipamiento electro médico

Dentro del servicio se pueden encontrar diferentes modalidades radiológicas que son:

- TC (Tomografía Computerizada o también denominado CT por sus siglas en inglés de Computerized Tomography).
- Resonancia Magnética (RM).
- Rayos X (RX), siendo frecuentemente referidos como Radiología Convencional.
- Mamografía.
- Telemando.
- Ortopantomografía.
- Radiología Intervencionista.
- Ecografía.

No obstante algunas de estas modalidades tienen subdivisiones como se puede observar en la Figura 2-6.

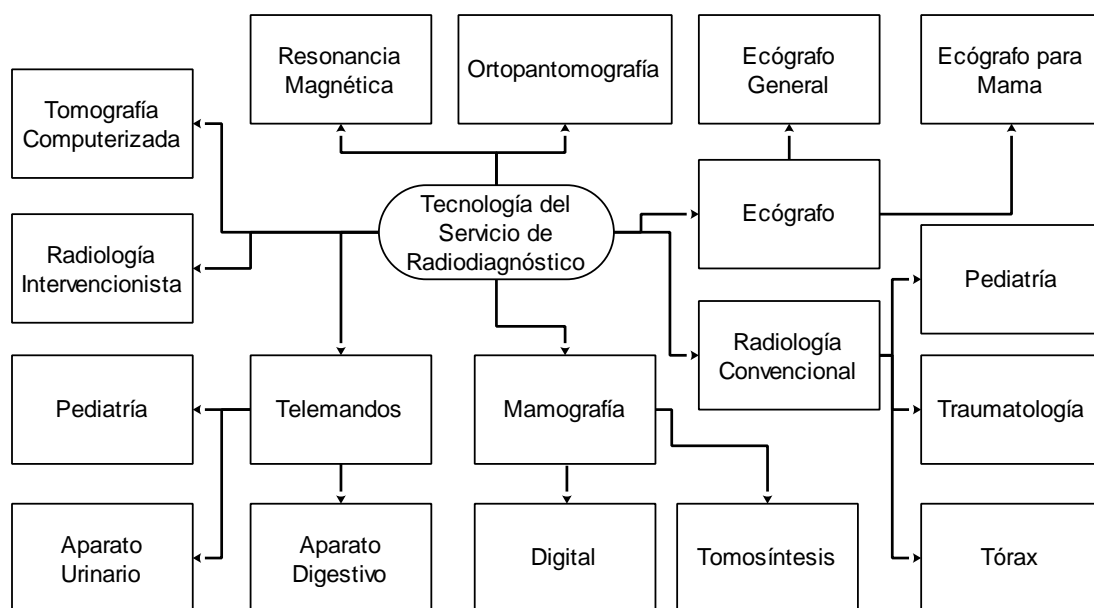


Figura 2-6. Equipamiento Electromédico empleado en el Servicio

2.3.5. La cadena de suministros

El hospital cuenta, en su planta -4 (Sótano -5), con un gran almacén de material que abastece a todo el hospital.

En el caso particular del Servicio de Radiodiagnóstico, los materiales son llevados directamente desde este gran almacén central, a la planta en la que se encuentra el Servicio en cuestión (Planta 0). Concretamente en esta planta se ubican, de nuevo, en un almacén mucho más pequeño que el mencionado anteriormente, pero lo suficientemente grande como para abastecer a otros subalmacenes de menor tamaño que el anterior y que se encuentran ubicados en diferentes puntos del Servicio. Son cada uno de ellos los encargados de proporcionar el material necesario a su correspondiente especialidad tecnológica.

Dentro de nuestro caso, la radiología convencional hace muy poco uso de estos almacenes dado que no precisan de material como puede necesitar la modalidad de radiología intervencionista, vascular... Simplemente requieren que se repongan las placas de fósforo que se encuentran en el interior de los chasis cada cierto tiempo dado que, cuando se introducen en el equipo digitalizador CR y se abre el chasis, pueden sufrir algunas imperfecciones y por ello necesitan ser sustituidas.

De ello se encargan las empresas adjudicatarias del mantenimiento de los equipos y sus consumibles como pueden ser en este caso las placas presentes en los chasis de los equipos.

Con respecto al material de los almacenes mencionados previamente decir que el almacén central del Servicio es muy variado en cuanto a los artículos que hay presentes en él. Diariamente los subalmacenes se abastecen de éste, tarea de la cual se encargan los Auxiliares de Enfermería, de tal manera que todas las áreas estén abastecidas de forma completa al inicio y durante toda la jornada de actividad.

Esta particular estructura de distribución de los recursos se asemeja mucho al razonamiento presente en las técnicas Lean. De esta manera el profesional que desempeña su función de atender al paciente no necesitará realizar desplazamientos importantes para obtener el material que precisa al tener cerca de su área de actividad un almacén con los recursos que necesita.

El desplazamiento es uno de los siete gastos más destacables en los procesos, tendiendo así a la minimización del uso del tiempo del profesional para actividades que

no están reportando valor alguno sobre el paciente, dedicándose, de esta manera, a las actividades que sí que proporcionan un valor al proceso.

Puede haber ocasiones en los que los subalmacenes se queden sin material y necesiten pedir unidades adicionales. En dicho caso se hace saber para que un Auxiliar del Servicio se dirija al almacén central para obtener las unidades que le hayan sido requeridas y entregarlas, sin necesidad de que el médico emplee tiempo en la búsqueda del material y pueda focalizarse en su diagnóstico (si la ausencia de dicho material se lo permite y no le supone un paro en la atención del paciente).

Esta posible inactividad es la que se pretende evitar por medio de la implantación de las tarjetas Kanban, de tal manera que, cuando se llegue a un determinado nivel de inventario, el Auxiliar de Enfermería se disponga a reponer material para evitar paros en el proceso de atención y tener una producción más ajustada que la actual que no incurra en gastos excesivos de inventario con la consiguiente ocupación del espacio que ello conlleva.

El estado actual del mecanismo de distribución es el mostrado en la Figura 2-7 que se muestra a continuación.

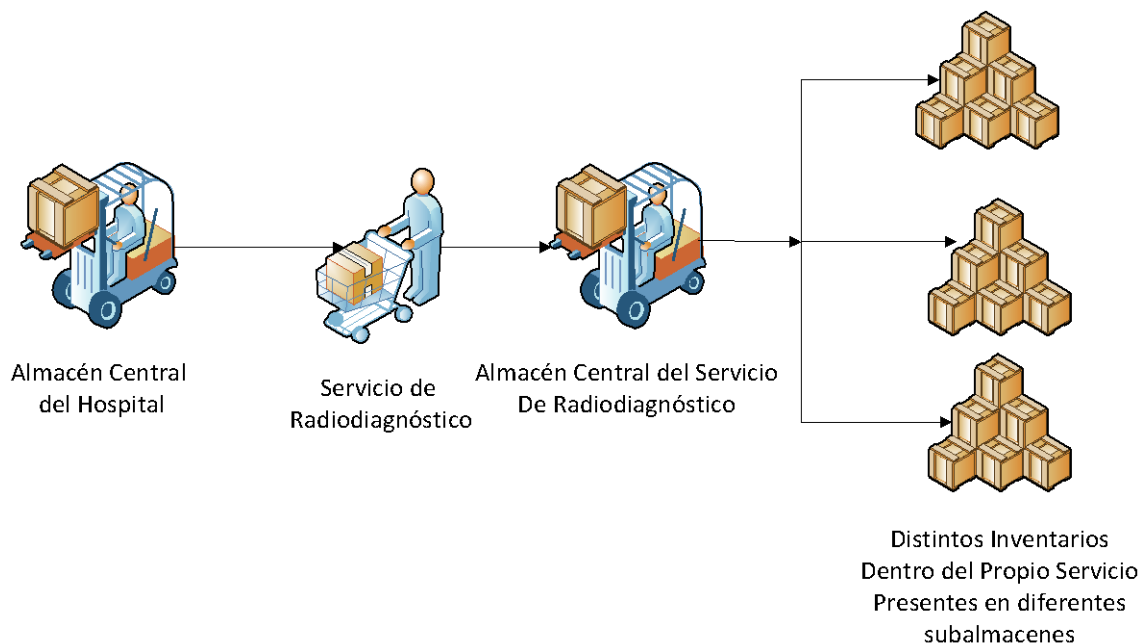


Figura 2-7. Estado actual de la distribución del material hasta el servicio de radiodiagnóstico.

2.3.6. El proceso de atención a pacientes

Cuando un paciente sufre una lesión, no puede ejercer con normalidad todas sus funciones por diversos motivos o bien padece alguna enfermedad, se puede dirigir a dos puntos de atención para su diagnóstico.

Primeramente, y el más común para la mayoría de los casos, es acudir al centro de Atención Primaria en el que se localice su médico de cabecera. Para ello se pone en contacto telefónico con el centro en el que se encuentra su médico y se le asigna la cita el día que corresponda como se representa en la Figura 2-8.

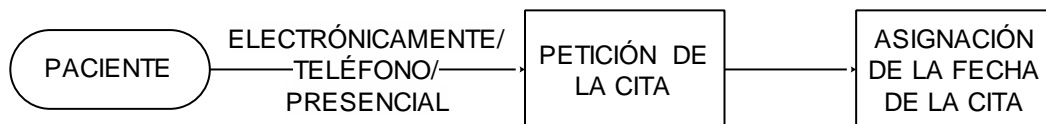


Figura 2-8. Petición de una cita para el Médico de Cabecera.

El Paciente, el día asignado, realiza su consulta con el médico de cabecera para poder determinar una solución al problema que le aqueja. Éste, en el caso de no poder establecer un diagnóstico apropiado por las características del motivo de la consulta, puede derivar al paciente a un centro de especialidades (si dicho centro cuenta con la especialidad que requiere su consulta, dado que estos centros no suelen contar con todas las especialidades existentes) o bien a un hospital.

En cualquiera de los dos casos será atendido por un especialista, que le realizará las pruebas pertinentes, para dar con un diagnóstico preciso al motivo de su consulta. Si es necesario llevar a cabo una prueba radiológica, el médico de cabecera, el especialista del centro de especialidades o bien el del hospital le proporcionarán un volante, según corresponda, con el detalle de las pruebas que son necesarias realizar.

Posteriormente se deberá entregar en admisión en el ambulatorio, en la secretaría del servicio o en admisión en el hospital (dependiendo de la naturaleza de la prueba que se tenga que realizar y el lugar en el que se pida) para la obtención de la cita que le permita la realización de las pruebas requeridas.

Todo el proceso descrito se plasma en la Figura 2-9.

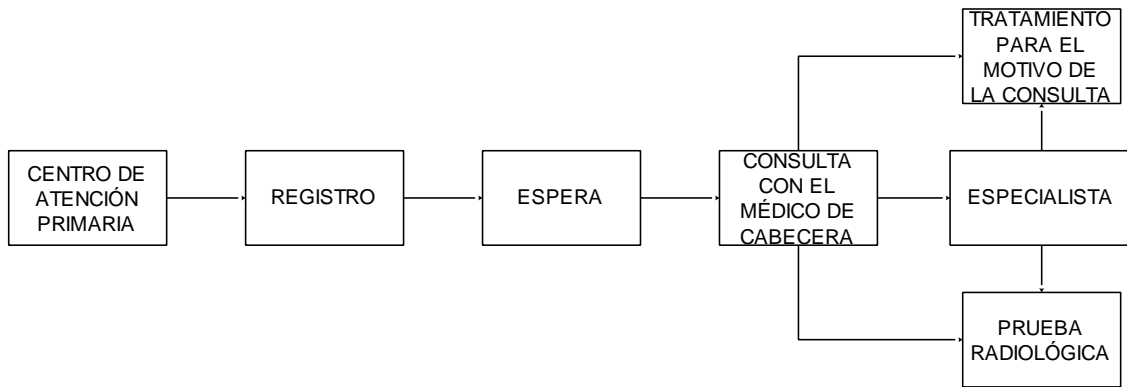


Figura 2-9. Proceso por el que se puede incurrir en la petición de una prueba radiológica.

Si no es necesaria la realización de ninguna prueba se le proporcionarán una serie de indicaciones o la prescripción de un tratamiento para solucionar los problemas del motivo de la consulta.

Por otro lado, frente a la Atención Primaria, el paciente puede provenir directamente por medio de las Urgencias del hospital. Siguiendo el procedimiento establecido en Urgencias será atendido por un médico, que determinará la gravedad de su caso en función de unos parámetros, a lo que se denomina triaje. En función de lo que determine éste, se pedirá, en ese momento, la realización de la prueba al Servicio correspondiente para poder continuar con su diagnóstico. A este tipo de pacientes se les denomina urgentes, dado que es Urgencias la vía de entrada al centro y que no se debe confundir con aquellos pacientes ambulatorios que precisen de la realización de una prueba con carácter de urgencia dado que también se les denomina urgentes (pero en diferentes contextos). A los pacientes que entran en el hospital por una vía diferente a Urgencias se les denomina ambulatorios.

Los pacientes que se encuentran hospitalizados también pueden necesitar la realización de pruebas en este Servicio, pruebas que sus respectivos médicos en el hospital se encargan de solicitar. Éstos reciben el nombre de pacientes hospitalizados y junto con los de Urgencias conforman lo que se denominan pacientes internos, siendo externos los ambulatorios únicamente como se muestra en la Figura 2-10.



Figura 2-10. Representación de la clasificación de los pacientes en función de su procedencia.

En ocasiones, los hospitalizados, pueden no estar provistos de la movilidad necesaria para acudir al lugar en el que se debe realizar la prueba. Es por ello que existen ciertos equipos portátiles dentro del propio hospital que se desplazan al lugar en el que se encuentra el paciente para el desarrollo de la prueba y que, en el caso del Servicio de Radiodiagnóstico, se trata fundamentalmente de equipos de radiología computerizada como ya se señaló anteriormente.

Cuando la exploración haya finalizado (tanto para pacientes urgentes, hospitalizados o ambulatorios) la información debe transmitirse. En radiología convencional, en la que nos estamos centrando, la imagen se envía a los médicos radiólogos que informarán los datos obtenidos (algo que ocurre en el 40% de los casos totales) o bien se trasfiere a los médicos especialistas que realizaron la petición de la prueba directamente, sin necesidad de informar la exploración (lo que ocurre en el 60% de los casos estudiados) como se recoge en la Tabla 2-6.

Tabla 2-6. Porcentaje de exploraciones informadas y no informadas.

Exploraciones	%
Informadas	40
No Informadas	60

Si el equipo en el que se ha desarrollado la exploración es digital directo, la información pasa al PACS de forma directa, siendo éste un Sistema de Archivo y Comunicación de

Imágenes Médicas, que es posteriormente accedido por el médico radiólogo para su informe y que se da, para el servicio estudiado, en las exploraciones de Tórax.

Si, por el contrario, el equipo en cuestión no es digital directo sino indirecto (CR) el proceso es más lento, dado que se deben transmitir los datos de forma física en un paso intermedio para su digitalización, antes de que los datos sean enviados a los médicos a través del mencionado PACS. Ésta última forma está presente por ejemplo en Traumatología, en las salas de Osteoarticular.

Como se menciona en el punto previo, en la especialidad de Traumatología, concretamente en las salas de Osteoarticular, el hospital no cuenta, de momento, con equipos digitales directos. Estos requieren de la utilización de los chasis a los que se hizo referencia previamente para que la imagen quede plasmada en ellos y luego, por medio de un equipo de digitalización CR como el mostrado en la Figura 2-11, se logre convertir en un archivo digital que podrá ser recogido en el PACS. En el caso de que se requiera la imagen en formato físico en algún caso por parte del paciente se puede descargar el archivo a un CD.



Figura 2-11. Ejemplo de equipo de digitalización CR [16].

En la Figura 2-12 se muestra de forma esquemática todo el proceso global de atención para un paciente que necesite pasar por el servicio de radiodiagnóstico para el caso concreto de necesitar una prueba en RX de Traumatología. Se muestra el proceso desde el momento en el que precisa de atención médica inicial hasta que, después de

haber pasado por el servicio de radiodiagnóstico y realizado la prueba, se le da un diagnóstico final e instrucciones futuras relativas a su estado de salud.

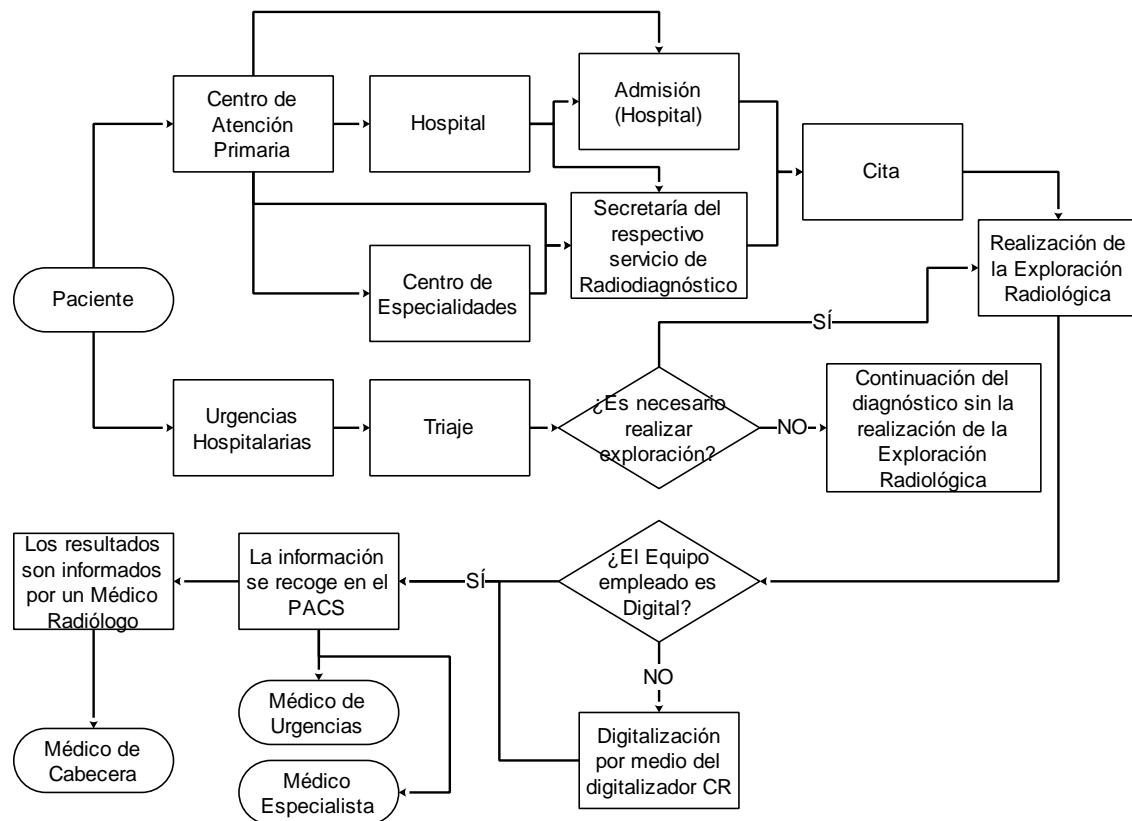


Figura 2-12. Representación de forma esquemática del proceso global de atención al paciente.

Es importante destacar que, tal y como se puede observar en la Figura 2-12, desde el Centro de Atención Primaria se puede pedir una cita para el paciente tanto para el Centro de Especialidades o bien para el Hospital, sin que sea necesario que examine al paciente de forma previa un médico de los respectivos centros mencionados. Aunque, como también se refleja, sucede que del Centro de Atención Primaria se tenga que ir a consulta con un Médico Especialista previo a poder pedir una cita para la realización de una exploración radiológica.

2.4. Herramientas y Técnicas de la Filosofía Lean

En el entorno de la Industria, como se mencionó previamente, son comúnmente aplicadas este tipo de técnicas para el perfeccionamiento de los procesos existentes.

Con el objetivo de obtener una serie de mejoras se dispondrá de un conjunto de herramientas basadas en la metodología Lean y que se desarrollarán a continuación.

Primeramente, y siguiendo con la base de la filosofía Lean, se presenta un apartado en el que se busca la eliminación del desperdicio con arreglo a la identificación de problemas existentes y el análisis de alternativas a los mismos para evitar sus consecuencias.

En el segundo de los apartados, se detalla la aplicabilidad concreta de dos de las técnicas de Lean como son, en un primer lugar los Mapas de Flujo de Valor (VSM) y por otro el sistema de Tarjetas Kanban.

2.4.1. Filosofía Lean

Lean descende directamente del Sistema de Producción de Toyota (TPS). Dicho término es acuñado en 1988 por J.F. Krafcik. En 1994 se publicará el libro “Lean Thinking”, escrito por James P. Womack y Daniel T. Jones en el que se extienden la filosofía y los principios rectores que subyacen en Lean a un nivel empresarial [17].

La gestión Lean es una sistemática que tiene como uno de sus objetivos fundamentales la eliminación del desperdicio, dado que estos siempre consumen tiempo y recursos. Se focaliza en descartar todas aquellas acciones que no reporten un valor añadido al conjunto del proceso y centrarse en aquellas que sí lo hacen, implicando para ello a todos los miembros del personal involucrados en estos.

Busca crear un entorno de trabajo más organizado, claro y seguro así como reducir los tiempos que se tarda en finalizar una tarea dado que, comúnmente, el tiempo es una de las vías más efectivas para la reducción de los gastos presentes.

Tienen el propósito, además, de configurar los procesos de forma transversal de tal manera que todos ellos se centren en el cliente/paciente y no de forma aislada, haciendo que todo el proceso sea más ágil y fluido [2].

Gracias a su aplicación se podrá mantener una ventaja competitiva, se incrementará la satisfacción del cliente, no se trabajará más sino de forma más inteligente y se mejorará la productividad y calidad del Servicio.

Como se menciona anteriormente, uno de los objetivos fundamentales de la filosofía Lean es la eliminación del desperdicio. En esta línea, mediante la identificación de

problemas y el análisis de alternativas para la solución de actividades o procesos innecesarios, es posible deshacerse de la “muda” o gasto y evitar, así, las consecuencias de los mismos [18].

La “muda” mencionada previamente está representada por los siete gastos presentes comúnmente en la industria.

Como se puede observar a continuación existe un paralelismo entre todos y cada uno de los “gastos” o “muda” que comúnmente se identifican en los entornos de la fabricación industrial y los que pueden ser identificados en las actividades de los centros de asistencia sanitaria.

- a) El Transporte. El movimiento innecesario de determinado material o equipamiento sin aprovechar en su totalidad la capacidad del desplazamiento para transportar la mayor cantidad de elementos posibles y reducir así el número de viajes que tengan que realizarse. Este problema puede surgir de un inapropiado Layout o bien de una localización poco efectiva de los almacenes de material.

Mediante su eliminación se reducen costes de la manipulación de los equipos transportados. También se verá reducido el número de viajes que tengan que realizarse, por parte de los profesionales, así como la reducción del riesgo de daños ocasionados en el transporte de la mercancía en cuestión.

- b) Inventario. La existencia de un inventario excesivo, especialmente importante en aquellos que tienen fecha de caducidad y que no llegan a emplearse debido a un cálculo incorrecto o falta de proyección de las necesidades de ese tipo de producto.

Realizando unas proyecciones acordes con las necesidades reales se reducen los costes que conlleva el exceso de inventario y, además, se reduce el espacio ocupado que puede pasar a ser empleado con otro fin. En Radiología Convencional no hay una utilización excesiva de inventario, en relación con el que poseen otras modalidades del Servicio.

- c) Movimiento. Cualquier desplazamiento innecesario que se lleve a cabo a lo largo del proceso, está frecuentemente ocasionado por una mala organización del entorno de trabajo.

Si cada profesional médico realiza los movimientos que le son pertinentes se mejora su capacidad de centrarse en las actividades que le corresponden, al reducirse su ausencia del puesto de trabajo, mejorando la productividad.

- d) Tiempo de Espera. Debido a la forma en la que están sucedidas las operaciones dentro de los procesos, puede ocurrir que una estación de trabajo no sea lo productiva que debería ser, algo que suele resultar de un balance inapropiado del trabajo.

Cuando el tiempo de espera se elimina o se reduce se optimiza la utilización del tiempo del operador y equipo correspondientes.

- e) Sobre Producción. Basado en la producción de más o a mayor rapidez de lo que la siguiente de las acciones es capaz de absorber, o bien producir antes de lo que el siguiente proceso necesita.

Al reducir la producción disminuyen los costes asociados a ello, además de reducir el riesgo de no poder desprenderse de toda la producción, mejorar el flujo de trabajo y la optimización de los recursos empleados.

- f) Sobre Procesamiento. Se produce cuando se llevan a cabo procesos innecesarios o excesivamente complicados para el fin que se pretende alcanzar.

Mediante su eliminación se evitan costes del desarrollo de los procesos innecesarios, se mejora el flujo y la disponibilidad de los equipos para otros usos.

- g) Defectos. Productos descartados por sus desperfectos o aquellos que necesitan ser trabajados de nuevo para cumplir con el standard establecido.

Si la calidad se mejora en el proceso, el número de defectos será menor, el número de piezas, en este caso pacientes, que necesiten volver a ser atendidos por el Servicio también disminuirá y, de esta manera, se pueden cumplir mejor los plazos establecidos, lo que revierte en una mayor satisfacción para el cliente/paciente.

Dado el enfoque proactivo de esta filosofía, es inherente a ella la necesidad de una mejora continua, lugar donde se encuadra Kaizen, otra técnica Lean, que significa precisamente esto, el progreso continuo de los procesos de tal manera que siempre se pretendan alcanzar nuevas fuentes de mejora, factor de gran importancia dada la necesidad de constante renovación requerida en la actualidad para poder incrementar la competitividad [18].

2.4.2. Técnicas Lean

Dentro de Lean podemos encuadrar diversas técnicas o herramientas concretas. Entre ellas encontramos los Mapas de Flujo de Valor o Kanban que por sus características aplicables al caso estudiado serán las que se empleen en este Trabajo.

2.4.2.1. Mapas de Flujo de Valor

Para poder realizar una correcta identificación de cada uno de los gastos se empleará una técnica propia de la gestión Lean que recibe el nombre de mapa de flujo de valor (VSM por sus siglas en inglés) en el cual se representan todas las acciones por las que tiene que pasar el paciente durante su estancia en el servicio y que se simbolizan por medio de figuras predeterminadas en función de las características de cada actividad tal y como se representa en la Figura 2-13.

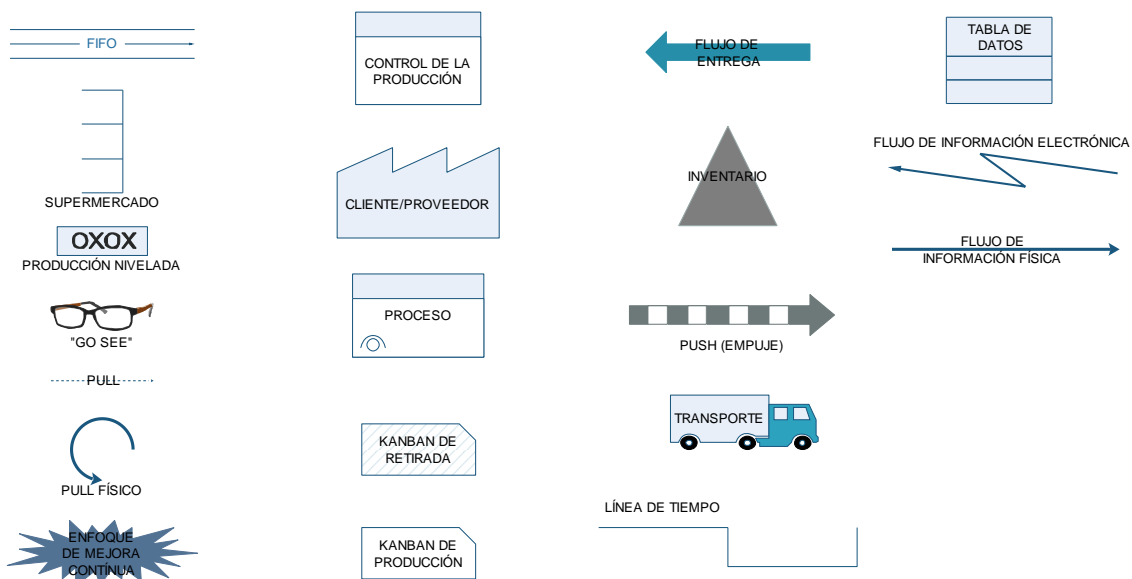


Figura 2-13. Símbolos empleados en la representación de un mapa del flujo de valor.

Estas acciones que realiza el Servicio y que son representadas en el mapa del flujo de valor se pueden clasificar en tres grandes bloques [19]:

- i. Las que aportan valor
- ii. Las que no aportan valor
- iii. Las que no aportan valor pero son necesarias

En el primer punto podemos encontrar todo aquello que genere una aportación de información para el diagnóstico final del paciente. Dentro del segundo de los bloques se

engloban aquellas acciones como la espera, que deben ser eliminadas lo antes posible, dado que no suponen ningún beneficio. Y, en el último caso, destacamos aquellas que, aunque no aportan un valor directo, son necesarias para poder cumplir con la actividad principal (el correcto diagnóstico del paciente) como caminar distancias largas para la búsqueda de material necesario para la exploración, pasar una herramienta de un lado a otro (como sería en nuestro caso el transporte y colocación de los chasis en los equipos de radiología convencional, dado que se transportan desde el equipo que realiza la exploración al equipo de lectura, en el caso de los CR, así como del equipo de lectura a la cola del inventario de chasis y posteriormente al equipo que realiza la exploración de nuevo).

En ellos se muestran los procesos, las esperas, el flujo de materiales y el flujo de información en un proceso determinado.

Concretamente, las cajas de procesos, representan acciones por las que transcurre el paciente en el Servicio y de las que se pueden detallar las siguientes características [20]:

- El tiempo de ciclo (C/T); tiempo que tarda dicha actividad en ser completada.
- El tiempo de cambio (C/O); en el caso que nos concierne es el tiempo que tarda en adecuarse la actividad que se realice en la sala a una exploración diferente (Set Up, siempre que proceda).
- El número de operarios que hay en cada caja de procesos.
- El tiempo de actividad (Uptime) de cada una de las cajas de procesos.

Debajo de estas se detalla, en una línea de tiempo, los minutos empleados en cada acción del flujo material, lo que nos permitirá posteriormente determinar los tiempos totales del proceso durante el paso por el servicio del paciente.

Otro de los elementos a destacar es la presencia de un flujo de información, representado en la parte superior a las cajas, que muestra el proceso completo de la transmisión de los datos desde el inicio hasta el final del proceso en el servicio.

Es, de este modo, como se puede identificar de forma clara cuales son aquellas actividades que aportan un valor añadido al fin último que, en nuestro caso, es el diagnóstico de los pacientes y aquellas actividades que no aportan valor y que deben ser mejoradas (aunque como veremos también aquellas actividades que sí que aportan valor pueden tener un tiempo de ciclo inferior al que tiene en la actualidad).

A partir del estado actual del proceso luego se podrán establecer mejoras para el planteamiento de un sistema futuro.

2.4.2.2. Kanban

Concretamente, dentro del Servicio de Radiodiagnóstico, se ha destacado una mejora importante en el empleo de Kanban. Dado que el inventario de los elementos como, por ejemplo, las hojas de consentimientos no tienen un criterio establecido de reposición, generando inactividad en el caso de que el solicitante de estas fichas no disponga de ellas para poder continuar con la tarea de realización de la prueba al paciente.

Para poder solucionar este problema recurrimos a otra herramienta de la producción Lean denominada “Kanban” que se puede encuadrar dentro del pensamiento del justo a tiempo o Just In Time. Está basada en el principio de estrategia pull [21], que se define como aquella que está controlada por la demanda y no por las previsiones que son característicos de las estrategias push. Consiste en la utilización de unas tarjetas similares a la mostrada en la Figura 2-14. En ella se indica cuál es el producto al que se refiere, las instrucciones de operación (dónde, cuánto y cómo se va a producir) y las indicaciones del transporte (a dónde debe ir).



Supplier: PU1	Customer: PU2
Description: Production Unit 1	Location: Loc02
Kanbans: 9	Container: Box 1
	Qty: 100
created: 10/12/2013 22:33:00	Description: Item 012345
printed: 11/12/2013 12:10:11	
	
Item ID: 012345	Kanban ID:  1090

Figura 2-14. Modelo de tarjeta Kanban [21].

Kanban funciona a su vez como un indicador de reposición. Cuando se llega a un nivel de inventario lo suficientemente bajo (que tiene que ser determinado previamente) se produce la tarjeta Kanban. Esta tarjeta indicará al trabajador encargado de su recogida la cantidad exacta que es necesario producir de un determinado tipo de hoja de consentimiento para que sean repuestas y no haya problemas de disposición de las mismas que provoquen inactividad de algún tipo.

Aplicando todos los conceptos expuestos se conseguirán incrementar las velocidades de rotación en las salas, disminuir los tiempos de espera de los pacientes y un más exacto control de inventario disponible en cada momento como se puede comprobar en los siguientes capítulos.

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

La gestión Lean se basa en el uso de una serie de técnicas o métodos como las que se han descrito en el punto dos del documento.

En este Capítulo se analizará el impacto que tiene la aplicación de cada una de ellas en el caso presente. El mapa del flujo de valor para el proceso de atención del paciente en el servicio servirá para destacar cuales son las actividades que aportan valor y las que no lo hacen, además de ayudar a visualizar todo el proceso en conjunto, desde el flujo de información hasta las acciones por las que pasa el paciente. Kanban es otro de los métodos que se usarán en este Capítulo para controlar el nivel de los inventarios y evitar así que se puedan producir paradas en las actividades de los profesionales a causa de un desabastecimiento. Por otro lado, evitar los gastos innecesarios y ver de qué manera se suprimen será otra de las líneas fundamentales que se aborden.

Todo ello permite que en el Capítulo 4 se realice un análisis a partir de los resultados obtenidos.

3.1. Estructura por Procesos del Servicio

Dentro de un Hospital hay múltiples servicios como se ilustra en la Tabla 3-1. El Servicio de Radiodiagnóstico es un Servicio central, lugar donde hay presentes una gran cantidad de recursos tecnológicos y que constituyen un apoyo fundamental para el correcto diagnóstico del paciente.

Tabla 3-1. Servicios Presentes en el Hospital.

Servicios del Hospital	
Alergología	Genética
Anatomía Patológica	Geriatría
Anestesiología y Reanimación	Ginecología
Bioquímica (Laboratorio clínico)	Hematología y Hematoterapia
Cardiología	Inmunología
Cirugía Cardíaca	Medicina Intensiva
Cirugía general digestivo	Medicina Interna
Cirugía Maxilofacial	Medicina Nuclear
Cirugía Plástica	Medicina Preventiva
Cirugía Torácica	Microbiología
Cirugía Vascular	Nefrología
Dermatología	Neumología
Endocrinología y Nutrición	Neurología

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

Enfermedades Infecciosas	Neurofisiología Clínica
Enfermería	Oftalmología
Farmacia	Oncología Médica
Gastroenterología	Oncología Radioterápica
Otorrinolaringología	Radiofísica y Protección Radiológica
Patología Mamaria	Psiquiatría
Pediatría	Radiodiagnóstico
Traumatología	Rehabilitación
Unidad Fibrosis Quística	Reumatología
Unidad del Dolor	Urgencias
Urología	UVI Pediátrica
Unidad Rehabilitación cardíaca	

Por su parte, el Servicio se encuentra estructurado de una manera particular. Si bien hay varias formas de realizar una organización del mismo, la estructura por procesos ha sido probada la más adecuada.

Basándonos en ella diferenciamos tres elementos fundamentales:

- Procesos Estratégicos.
- Procesos Operativos.
- Procesos de Apoyo o de Soporte.

Los procesos estratégicos son aquellos que tratan acerca de la planificación del Servicio, relacionándose directamente con la dirección del hospital. Los procesos operativos engloban las actividades fundamentales de este como son los procesos de atención a pacientes urgentes, hospitalizados y ambulatorios. Y por último los proceso de apoyo o de soporte que son todas aquellas actividades relacionadas con el

mantenimiento, tecnología de la información, suministro... que hacen que las actividades operativas sean posibles [22].

Si tomamos una visión general del hospital y aplicamos esta misma estructura organizativa destacamos que el Servicio de Radiodiagnóstico se encuentra englobado dentro de los procesos de soporte dado que será este el que aporte una ayuda complementaria al médico cuando tenga que atender al paciente (que en este caso se trata del diagnóstico por imagen) [23].

Es importante destacar que dentro del proceso asistencial habrá tres tipos de pacientes a los que se prestará atención como se mencionó previamente y que son:

- Urgentes
- Hospitalizados
- Ambulatorios

Siendo estos últimos en los que se centrará el estudio como se ha comentado previamente.

3.2. Aplicación de Herramientas y Técnicas Lean

La aplicación de la metodología lean en el Servicio de Radiodiagnóstico, así como en cualquier Servicio del hospital, no puede ser entendida como una aplicación de dichas técnicas en la industria convencional. Los criterios son diferentes como lo son también las prioridades, tal y como se ha explicado anteriormente en el documento.

El primer criterio que hay que tener en cuenta es el del profesional médico. Dado que es éste el que vela en todo momento por el bienestar de sus pacientes y es el que, en consecuencia, establece las prioridades.

Respetando dicho criterio cabe centrarse en dos aspectos fundamentales. Por un lado la visualización global del proceso por medio de un mapa de flujo de valor (VSM por sus siglas en inglés de Value Stream Mapping), dando como resultado la identificación de aquellas acciones que añaden valor y aquellas que no lo hacen. Todo ello resulta en:

- La visualización de cuál es el actual equilibrio del trabajo realizado.
- La capacidad del proceso.

- El cociente de actividad.
- La obtención de una representación gráfica del tiempo de trabajo en el global del proceso, entre otros...

Por otro lado, la tecnología es otro de los elementos que también debe focalizar nuestra atención para la obtención de mejoras. La utilización de una tecnología más avanzada hará que el tiempo de ocupación de la sala sea menor, que el tiempo de set-up para la realización de la prueba se reduzca y que, en algunos casos, se deje de manipular un chasis para la obtención de la imagen radiológica para su obtención directamente digitalizada al finalizar la exploración.

Cabe destacar que la mayor parte de actividades que no añaden valor en un Servicio de Radiodiagnóstico son las variaciones no planeadas de procesos, un uso inapropiado del personal, de los equipos y de los sistemas en general así como la espera de los pacientes para la realización de las exploraciones, que repercuten negativamente en su eficiencia [2].

Siguiendo con el planteamiento expuesto en el capítulo previo, inicialmente se expone la aplicación de dos de las técnicas Lean aplicadas en el Trabajo para luego, en el siguiente bloque destacar, en línea con la base de la filosofía Lean, aspectos de mejora encaminados a suprimir gastos concretos de los procesos que se llevan a cabo.

3.2.1. Técnicas Lean

3.2.1.1. Mapas de Flujo de Valor (VSM)

Según se ha descrito en el capítulo anterior (ver 2.4.3) los mapas de flujo de valor nos permitirán identificar los elementos que intervienen en los procesos y, en base a ello, poder destacar puntos de mejora existentes.

Para su correcta elaboración es necesario conocer en detalle cómo se mueve el paciente desde que entra hasta que sale del servicio así como el recorrido de la información necesaria para poder llevar a cabo su atención dentro del Servicio de Radiodiagnóstico.

Con este propósito se contacta con cada uno de los grupos que intervienen en el proceso (Administrativos, Auxiliares de Enfermería, Técnicos de Radiología y Médicos

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

Radiólogos) para que detallen cuáles son sus funciones y su localización a lo largo de la cadena para poder concretar lo mejor posible sus interfaces. En este periodo se procede a la identificación del flujo físico y de información para lo que se emplearán dos vías:

- En cuanto al flujo físico decir que se sigue a cada uno de los pacientes por las etapas por las que pasa (mostradas en los diagramas) y se anotan los respectivos tiempos empleados para luego poder incluirlos en sus respectivas posiciones en la línea de tiempo, relativo al flujo físico del paciente.
- Con respecto al flujo de Información. es necesario que, para su correcta interpretación, se cuente con el conocimiento tanto de los Técnicos de Radiología, como de los Administrativos así como del personal que pertenece a la empresa que mantiene el Sistema de Información Radiológica en el hospital (RIS). Ellos son los que de una manera u otra entran en contacto con el manejo del flujo de la información en los distintos puntos del proceso.

Es importante destacar que el proceso por el cual el paciente requiere la realización de una exploración en el Servicio de Radiodiagnóstico puede tener múltiples variantes dado que la petición de la prueba puede provenir de diferentes lugares y por distintas vías.

Con el fin de materializar más concretamente el proceso que se lleva a cabo en la radiología convencional para los pacientes Ambulatorios del hospital, decir que los procesos estudiados son los casos para los que la cita es pedida por:

- El médico de cabecera directamente.
- Un médico especialista de las Consultas Externas del hospital (que a su vez puede especificar un carácter de urgencia o no para la misma).

De esta manera se cubre la atención de las pruebas a pacientes ambulatorios en las salas de Osteoarticular del Servicio, siendo todas las etapas estudiadas en dichos procesos realizadas en el propio Servicio.

3.2.1.1.1. VSM para Cita Pedida por el Médico de Cabecera

Para el primero de los casos particulares, en el que el médico de cabecera pide de forma directa la realización de la exploración, tendremos el proceso de la Figura 3-1, donde se destacan cada una de las etapas seguidas hasta la petición de una prueba radiológica en un diagrama de flujo.

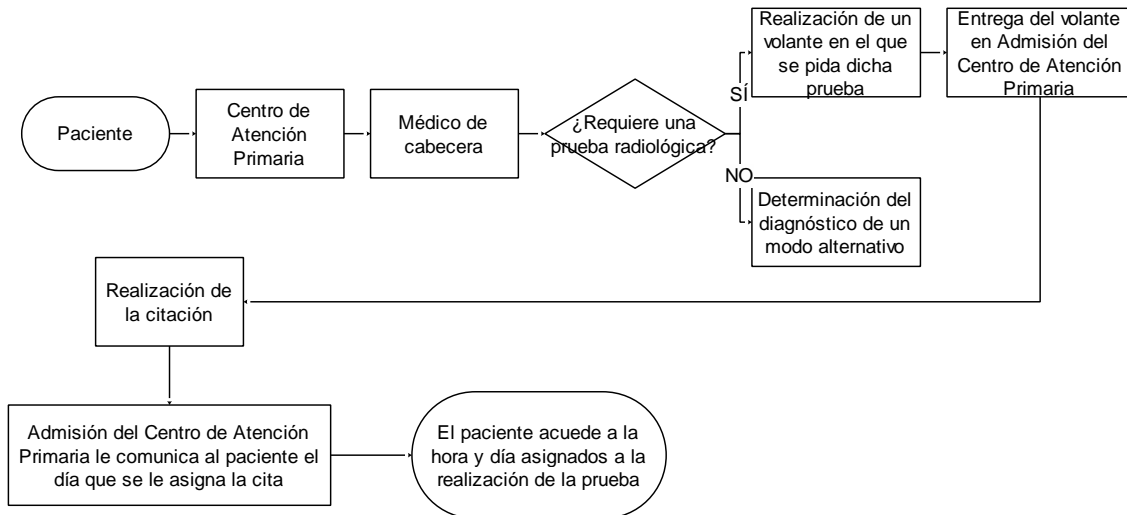


Figura 3-1. Petición de la Cita de Forma Directa por el Médico de Cabecera.

En la Figura 3-2 se muestra todo el mapa de flujo de valor para el presente caso. En él se observa, desde el punto de vista de la información, cómo pasa desde el lugar de petición de la prueba al HIS (Programa empleado para la gestión administrativa del hospital) y a la Sala de Exploraciones cuando corresponde.

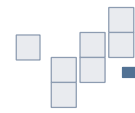
El RIS es el Sistema de Información Radiológica que sustenta la informática de las Salas del Servicio de Radiodiagnóstico y se observa cómo, a través de él, luego es posible pasar las imágenes obtenidas en las exploraciones al PACS.

Desde la perspectiva material del paciente vemos como pasa inicialmente por una Sala de Espera antes de proceder al cambio de la vestimenta en la cabina, cuando es llamado por el Técnico Radiólogo. Acto seguido se procede a la realización de la Exploración Radiológica y, cuando finaliza, el paciente puede volver a vestirse en la cabina ocupada inicialmente.

Las flechas discontinuas finas representarán acciones pull mientras que las gruesas representarán acciones push. Las flechas sólidas gruesas que salen y entran en los pacientes representan flujos de entrega (o salida en cada caso). Las flechas sólidas finas representan la transmisión de información (ver Figura 2-13).

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

En estos casos siempre se centra para el caso particular de la realización de una exploración en una sala de Osteoarticular, perteneciente a Rayos X de Traumatología [19], [20], [24]. En la Figura 3-2 se muestra el diagrama de lo descrito previamente.



CITA REQUERIDA POR EL MÉDICO DE CABECERA

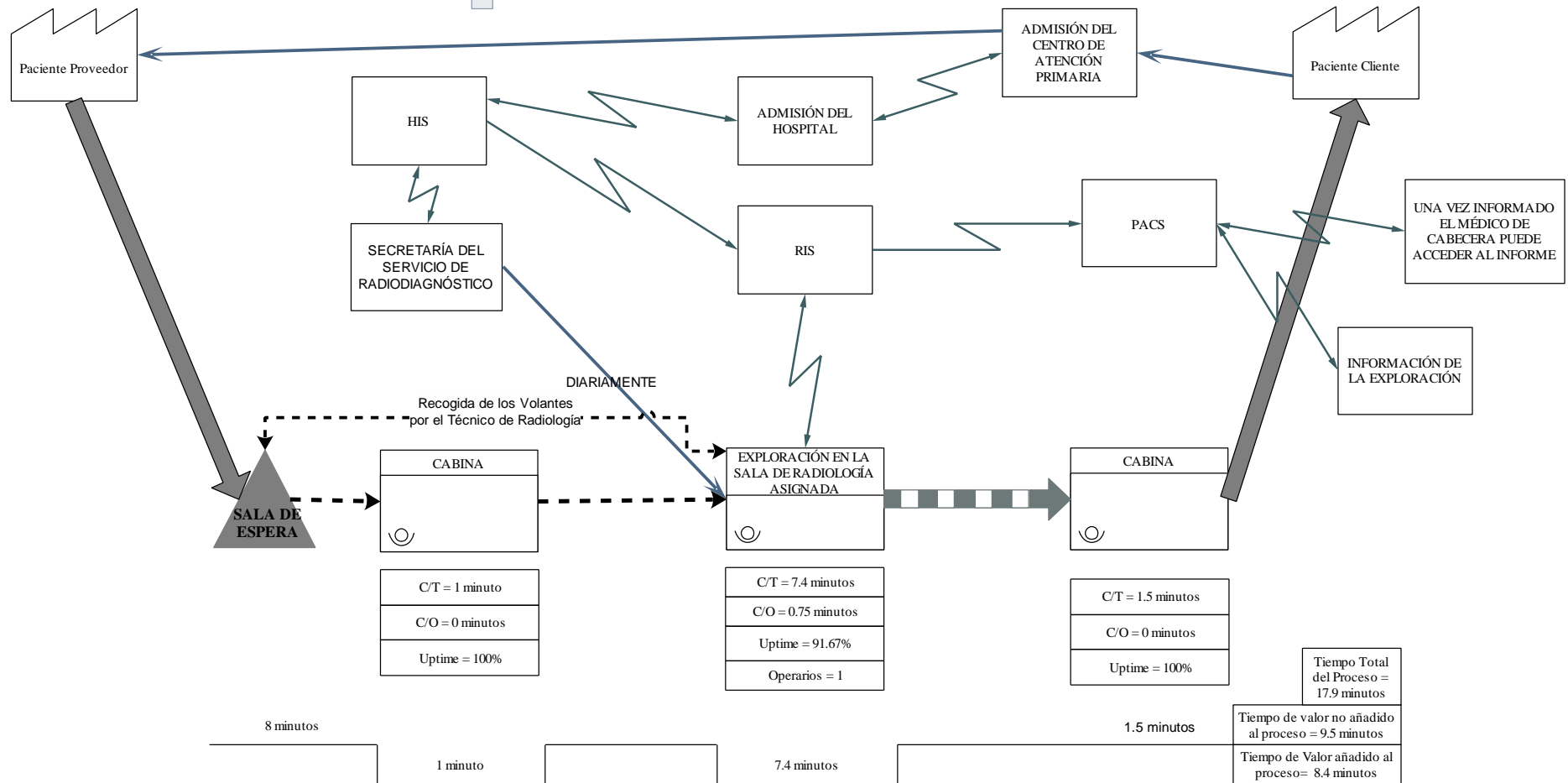


Figura 3-2. VSM para el Proceso Iniciado por el Médico de Cabecera.

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

Con todos los datos que aporta el mapa de la cadena de valor se podrán llevar a cabo diferentes interpretaciones.

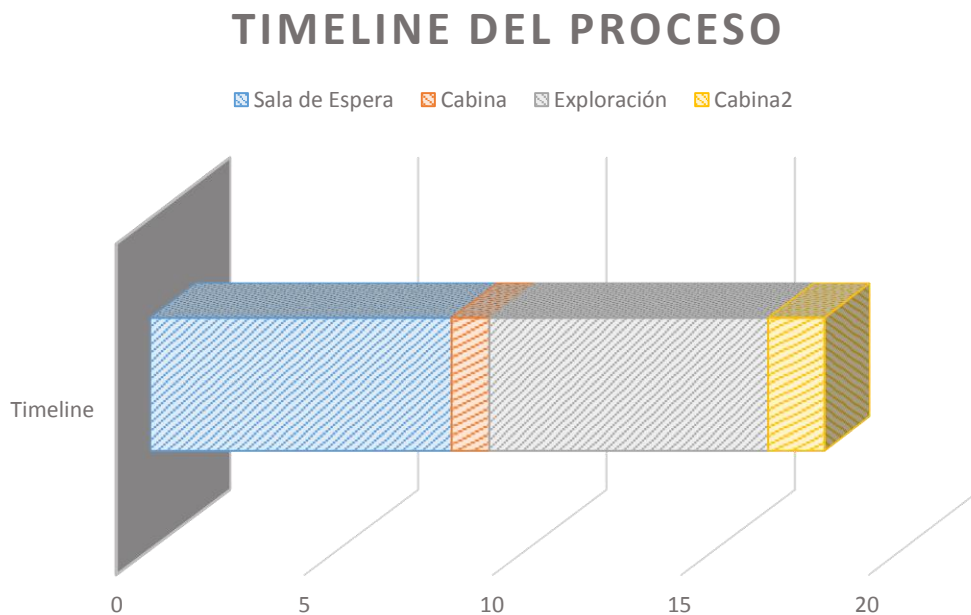


Figura 3-3. Timeline del Proceso Iniciado por el Médico de Cabecera.

De la Figura 3-3 se puede apreciar que una parte muy importante del tiempo se está empleando en actividades que no añaden valor como es el caso de la espera (azul) o el de la cabina2 (amarillo), mientras que las que sí añaden valor serán la exploración (gris) y la cabina (naranja).

La razón de incluir el primer paso por las cabinas en el valor añadido al proceso y no la segunda es debido a que, tal y como está planteado el alcance tecnológico en la actualidad, para el diagnóstico del paciente el desvestirse hace que se estén eliminando posibles elementos que resulten en importantes confusiones para el médico cuando tenga que interpretar los resultados de la exploración, como pueden ser los anillos de los sujetadores en las mujeres, botones de las prendas de vestir, elementos metálicos...

El caso de la cabina2 (amarillo), que se engloba dentro de las acciones que no añaden valor, decir que se concreta en actividad que no añade valor pero que el paciente ve necesaria para la satisfactoria finalización del proceso de obtención de la imagen.

Haciendo hincapié en el peso que cada una de estas actividades tiene en el proceso general que describimos (de actividades que añaden valor y las que no lo hacen) obtenemos el siguiente resultado de la Figura 3-4.

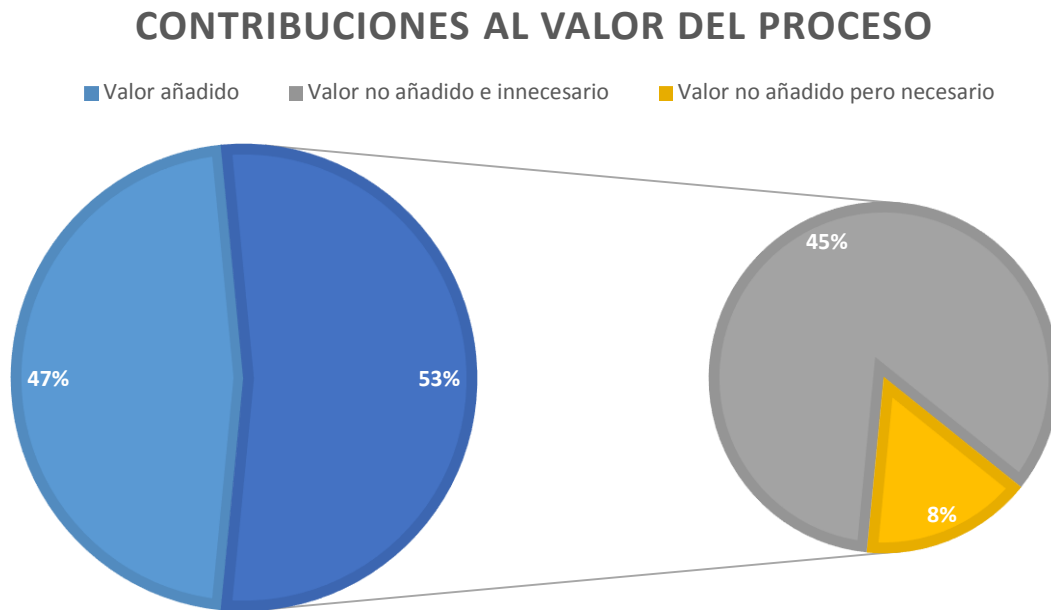


Figura 3-4. Contribuciones al Valor del Proceso Iniciado por el Médico de Cabecera.

Podemos observar que el 47% del tiempo invertido en el proceso de realización de la exploración se añade valor a éste mientras que el 53% no se está contribuyendo a incrementarlo. De este 53% destacamos que un 8% del mismo aunque no añade valor es necesario para que el proceso se complete y el paciente finalice su paso por el servicio, el 45% restante es puramente gasto resultado de la espera innecesaria para la atención del paciente.

Se ha estudiado que la demanda que se produce al día es de 30 pruebas que, teniendo un tiempo disponible por operario y equipo en el turno de mañana de 330 minutos resulta en un tiempo de takt de 11 minutos que se obtiene de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$TIEMPO DE TAKT = \frac{TIEMPO DISPONIBLE}{DEMANDA}$$

Por lo tanto se estará cumpliendo con la demanda siempre y cuando se produzca la finalización de la atención a un paciente cada 11 minutos o menos. Como se representa en el siguiente gráfico el equilibrio de trabajo actualmente es adecuado dado que ninguno de los tiempos de ciclo de los que disponemos será superior al tiempo de Takt del que se dispone de 11 minutos, y que se refleja en la Figura 3-5.

BALANCE DE TRABAJO

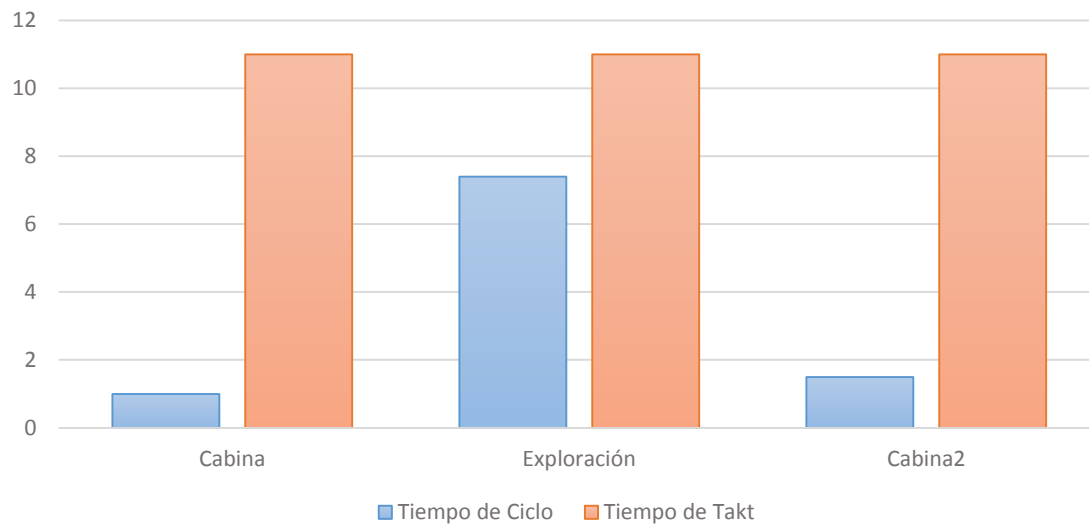


Figura 3-5. Balance de Trabajo para el Proceso Iniciado por el Médico de Cabecera.

Con respecto al tiempo que se encuentra disponible el equipo para realizar exploraciones (que se corresponde con el tiempo que el Técnico está disponible) decir que es un 91,67% mientras que el 8,33% restante el equipo se encuentra inoperativo debido al paro que se lleva a cabo para el descanso, que es de media hora de duración y que se encuentra plasmado de forma gráfica en la Figura 3-6.

Ratio de Actividad

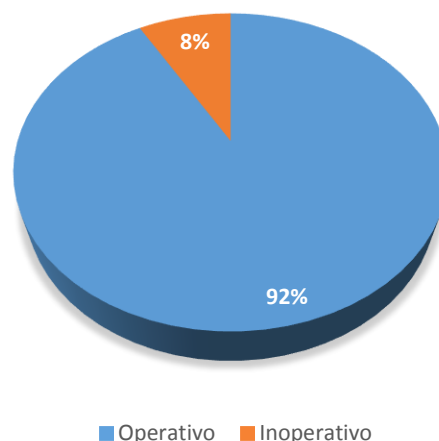


Figura 3-6. Representación del Ratio de Actividad en las Salas de Osteoarticular.

La demanda diaria, como se indicó previamente, se ha estimado de 30 pruebas para cada uno de los días del año en los que se produce agenda. A cada prueba, hoy en día, se le asigna un hueco de la agenda de 10 minutos. Teniendo en cuenta que cada sala funciona un total de 5,5 horas durante el turno de mañana se puede calcular que la

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

capacidad de la sala, por tanto, es de 33 pruebas durante dicho turno (En cada hora caben 6 pruebas que por cinco horas completas igualan el valor de 30, más la cifra de 3 unidades que aporta la media hora que falta por incluirse en el cálculo resultan en el total de 33 que se indica).

Todo ello queda representado de la siguiente manera en la Figura 3-7.

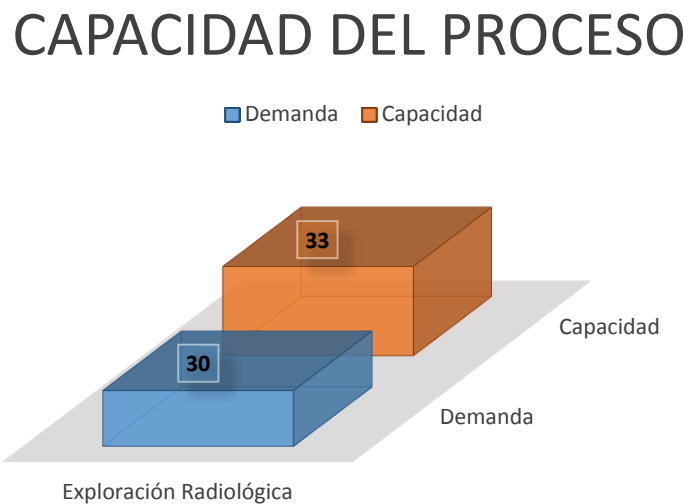


Figura 3-7. Capacidad del Proceso en las Salas de Osteoarticular.

Tanto la capacidad del proceso, el Ratio de Actividad o el Tiempo de Takt serán comunes a todos los procesos descritos dado que el tiempo de utilización del equipo es el mismo durante el turno mencionado.

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

3.2.1.1.2. VSM para Cita Pedida por el Médico de Consultas Externas

Para el segundo de los casos (Figura 3-8), en el que es el médico especialista de Consultas Externas el que pide la prueba, vamos a diferenciar dos alternativas, una en la que la petición de la prueba se produce con carácter de urgencia y otra en la que el carácter urgente no está especificado.

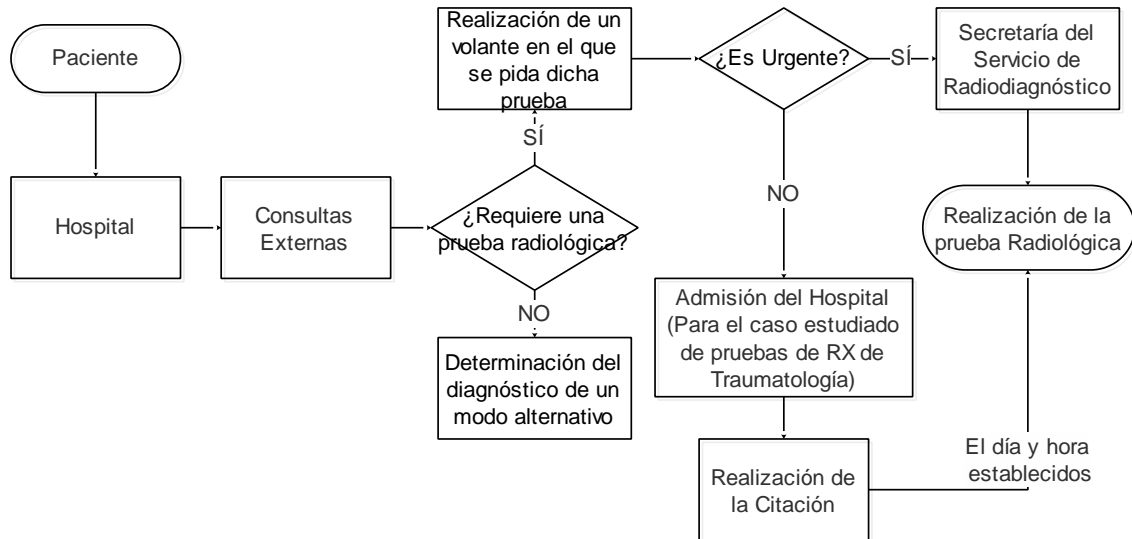


Figura 3-8. Petición de la prueba diagnóstica por un Médico Especialista en Consultas Externas (para el caso de pruebas de RX de Traumatología).

No obstante el VSM estudiado solamente se corresponde con el caso de la Cita pedida por un médico de Consultas Externas de forma Urgente. La razón subyace en que solamente estos pacientes emplearán tiempo en la sala de espera de la Secretaría del Servicio durante el proceso de atención en este el día en el que se produce la realización de la exploración radiológica, diferenciándose así del proceso anteriormente descrito.

Por ello podemos resaltar que se añade una caja de procesos a mayores dado que el paciente emplea tiempo en la Secretaría del Servicio y, como consecuencia, habrá dos tiempos a mayores, uno correspondiente con el tiempo de espera para ser atendido y otro que se corresponde con la atención misma en la Secretaría.

El tiempo total del proceso aumenta en consecuencia como se puede observar en el mapa de flujo de valor de la Figura 3-9.

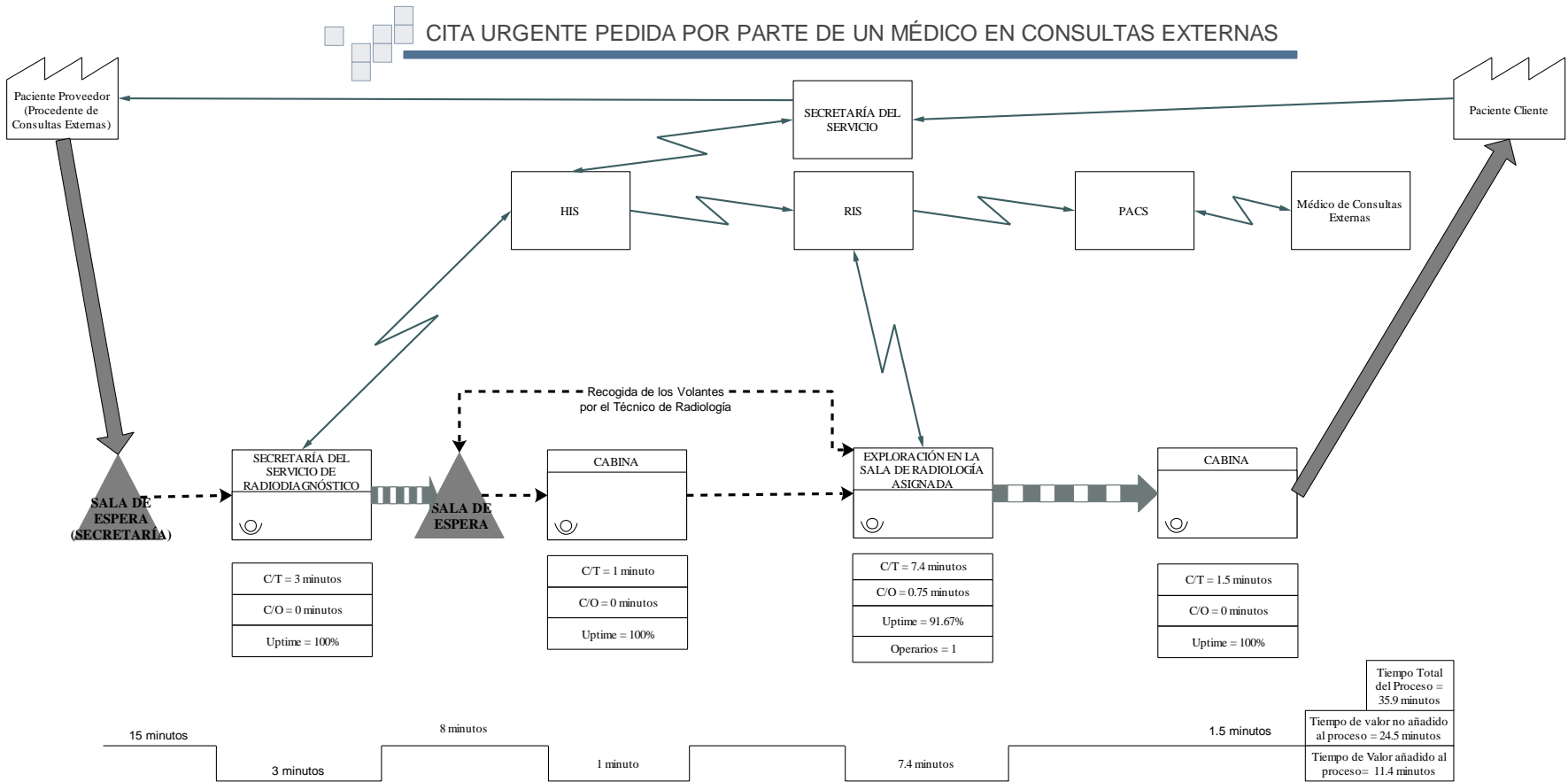


Figura 3-9. VSM de una Cita Urgente pedida por parte de un Médico en Consultas Externas.

A partir de los datos presentes en el Diagrama para la Figura anterior se obtiene la distribución de tiempos representada en la Figura 3-10.

TIMELINE DEL PROCESO

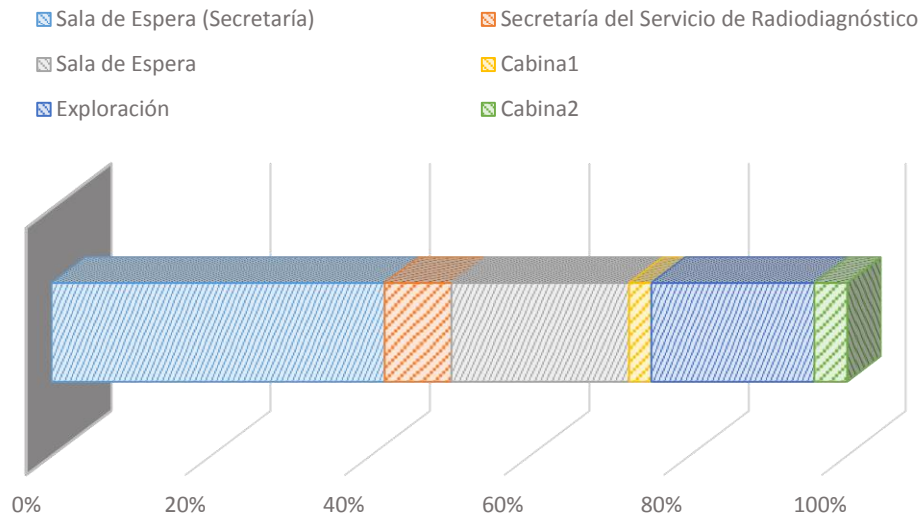


Figura 3-10. Timeline del Proceso Iniciado por el Médico de Consultas Externas.

La espera en la Secretaría del Servicio se convierte, para este proceso, en el punto en el que mayor tiempo emplea el paciente de entre el conjunto de las etapas por las que pasa. Fácilmente puede comprobarse que el tiempo empleado en las actividades que no aportan valor y que son innecesarias es superior al de las que si lo aportan que a su vez es superior a las actividades que no aportan valor pero que son necesarias. Esto se puede ver reflejado en la Tabla 3-2 de una manera concisa.

Tabla 3-2. Representación del Timeline Tabulado.

	Minutos					
Valor añadido		3		1	7,4	
Valor no añadido e innecesario	15		8			
Valor no añadido pero necesario						1,5

Concretamente, a partir de los datos obtenidos, podemos establecer que, el 32% del tiempo es empleado en añadir valor, el 64% en espera (por lo tanto en no añadir valor y evitable) y un 4% en actividades que no añaden valor pero que no pueden ser evitadas como se refleja en la siguiente Figura 3-11 en las Contribuciones al Valor del Proceso.

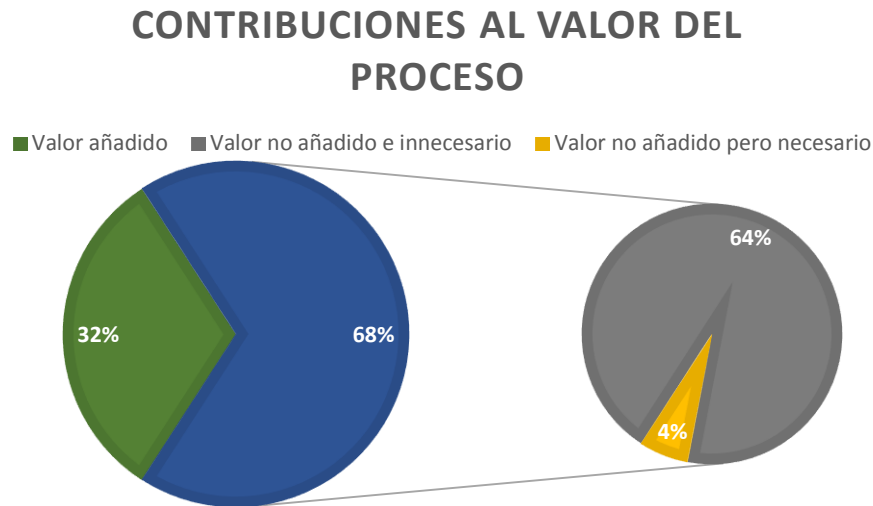


Figura 3-11. Contribuciones al Valor del Proceso Iniciado por el Médico de Consultas Externas.

Teniendo en cuenta lo explicado para el proceso anterior, en este caso, el balance de trabajo será el siguiente, mostrado en la Figura 3-12.

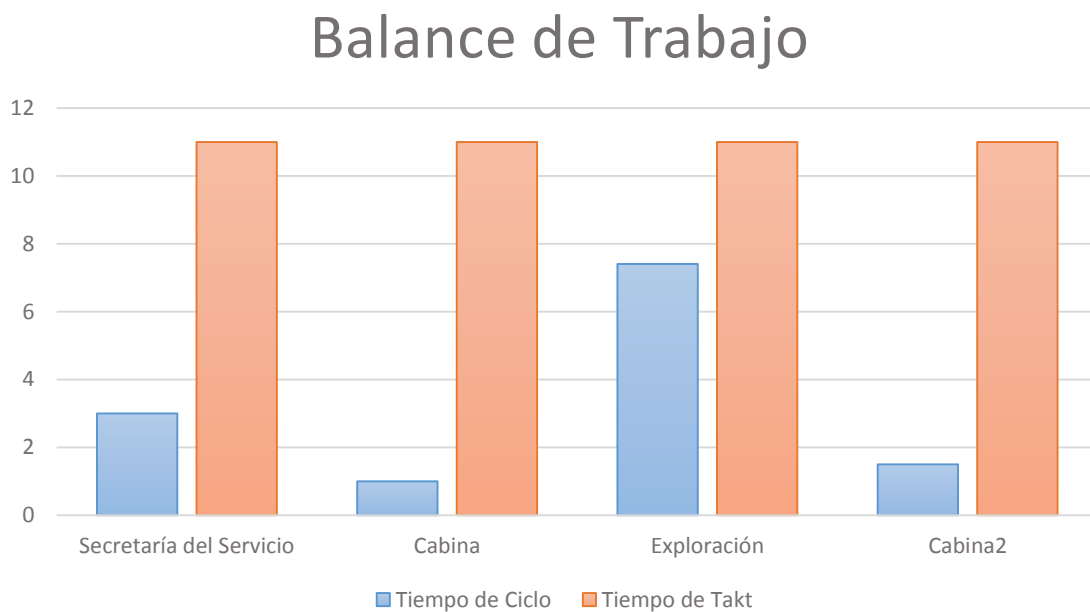


Figura 3-12. Balance de Trabajo para el Proceso Iniciado por el Médico de Consultas Externas.

En donde, como ocurría previamente ninguno de los tiempos de ciclo superará al tiempo de Takt del que se dispone. Por lo tanto se cumplirá siempre con la demanda que se atiende diariamente.

En lo relativo al Ratio de Actividad y la Capacidad para este serán los mismos que los realizados previamente, representados en las Figuras 3-6 y 3-7 respectivamente.

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

No solamente son las citas pedidas por un médico de Consultas Externas, con carácter urgente, las que requieren un paso por la Secretaría del Servicio. Es conveniente resaltar también que, para el caso concreto de las siguientes pruebas, es necesario realizar la citación en la misma y en todas las ocasiones con independencia de si es el Médico de Cabecera o el Médico de Consultas Externas el que realiza la petición:

- Pruebas de Resonancia Magnética.
- Pruebas de Medicina Nuclear.
- Pruebas de imagen solicitadas por la unidad de patología mamaria.
- Pruebas de radiología intervencionista mamaria (BAG, biopsias, drenajes...).

En ella, una vez se entrega el volante, no se les proporciona una cita de inmediato sino que el personal administrativo recoge los volantes de los pacientes a lo largo del día y, cuando el médico radiólogo los requiere, los recoge para su análisis y establece una serie de preferencias. Una vez su criterio ha sido establecido se le comunican los detalles a la secretaría que será la encargada de notificar las fechas de las citas a los pacientes (por carta si el número de días desde el momento en el que la secretaría recibe la información hasta el día de la fecha es superior a 15 y mediante una llamada telefónica en el caso de que el número de días sea inferior a 15). Esto se refleja de manera esquemática en el diagrama de flujo de la Figura 3-13.

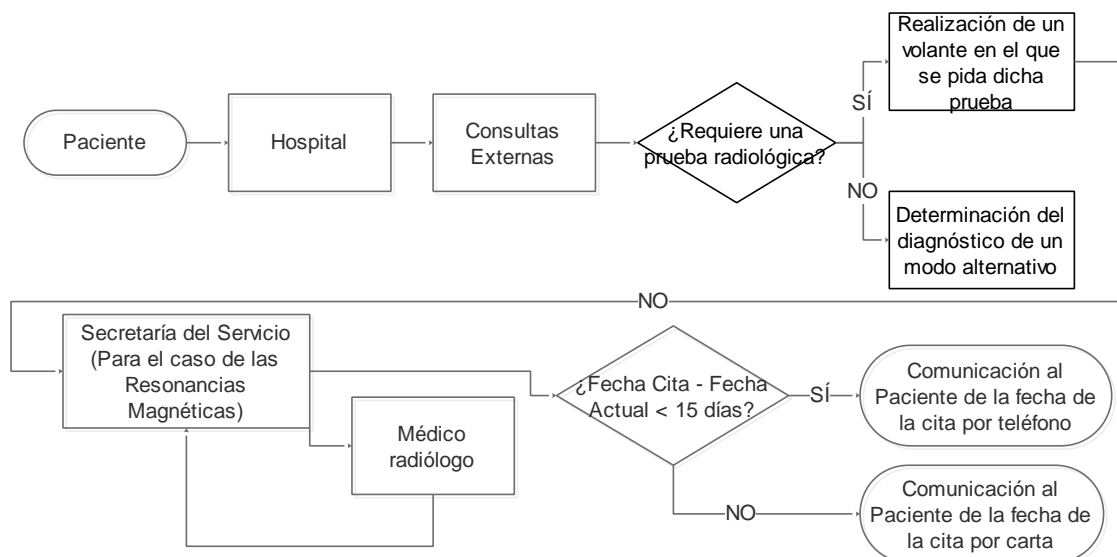


Figura 3-13. Petición de la Prueba Diagnóstica por un Médico Especialista en Consultas Externas (para el Caso de pruebas con Resonancia Magnética).

3.2.1.2. Kanban

El uso de las tarjetas Kanban es otra de las herramientas utilizadas en Lean para poder llevar a cabo una gestión más eficaz de los inventarios.

Durante la estancia realizada en el hospital se observa que los encargados de realizar la reposición de material tenían que desplazarse cada cierto tiempo a los almacenes para ver si era necesario o no reponer. Esto conlleva una pérdida de tiempo considerable, en especial cuando se acaba alguna clase de material y se intenta contactar con la gente encargada de su reposición y no es posible debido a que no se encuentran en su despacho o localizables en ese preciso instante.

Se habla con el personal encargado de dicha función (Auxiliares de Enfermería en este caso) y, con el fin de facilitar su tarea, y evitar paros en el funcionamiento normal del Servicio se propone instalar un casillero en la puerta de su departamento (que se encuentra en el centro del Servicio, fácilmente accesible para el personal) como el mostrado en la Figura 3-14.

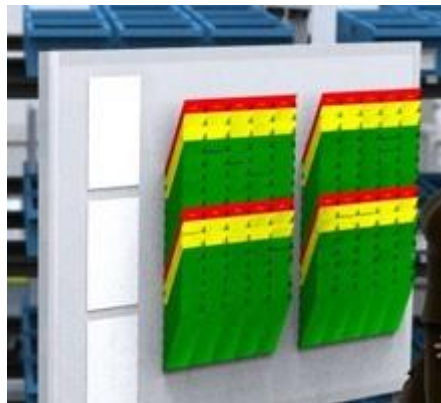


Figura 3-14. Tarjetero Kanban [25].

Kanban es un sistema pull es decir, está basado en el funcionamiento por demanda, no en previsiones, por tanto, cada vez que en el inventario se llegue a un límite mínimo previamente establecido de cantidad de material se procederá a enviar una tarjeta Kanban, en la que van indicados:

- El producto al que se refiere.
- Las instrucciones de operación (dónde, cuánto y cómo se va a producir).
- Las indicaciones del transporte (a donde debe ir, que en este caso es el departamento de la gente encargada de la gestión de los almacenes), repitiéndose un ciclo como el mostrado en la Figura 3-16 que nos garantiza un ajuste de los stocks muy preciso.

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

El caso en el que nos centramos es en el inventario de fichas de consentimientos informados para las exploraciones de T.A.C. pertenecientes a radiodiagnóstico en urgencias (que tienen una estructura similar al mostrado en la Figura 3-15) y que son empleadas por los profesionales del Servicio, para poder llevar a cabo los estudios que requieran de la inyección de un contraste con el fin de que el equipo capte las imágenes o bien las capte de una forma más nítida y concluyente que sin el contraste. El mismo razonamiento es extrapolable a otros productos o materiales que cuenten con las mismas características de disposición por parte del cliente y de producción o recogida por parte del proveedor.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

TOMOGRÁFIA COMPUTARIZADA (TC)

SERVICIO: RADIODIAGNÓSTICO

MEDICO QUE INFORMA: APELLIDOS: _____ NOMBRE: _____

SOLICITUD DE INFORMACIÓN:

Desear ser informado sobre mi enfermedad y/o las intervenciones que se me van a realizar: ☐ SI ☐ NO

Desear que la información de mi enfermedad y/o intervenciones le sea proporcionada a: _____

¿Qué le vamos a hacer?

Usted va a realizarse una prueba de imagen a petición de su médico. La exploración se llama Tomografía Computarizada, TAC, TC o Escaner y utiliza radiaciones ionizantes (Rayos X). Su objetivo es obtener el diagnóstico y orientar el tratamiento de una posible enfermedad o realizar el seguimiento de una enfermedad ya conocida. En su realización participa un técnico y personal de enfermería, y es informado por un médico radiólogo. Es importante que siga las instrucciones del técnico cuando le indique cómo y cuándo debe respirar. En todo momento estará vigilado. Muy a menudo es preciso utilizar un medio de contraste bebido con agua y yodo y también un contraste intravenoso (habitualmente a través de una vena del antebrazo) con yodo. La duración del estudio es variable, entre 5-15 minutos, según la complejidad del mismo.

¿Cómo tiene que prepararse?

Deberá acudir en AYUNOS de al menos 4 horas y con la medicación habitual tomada. En caso de precisar contraste intravenoso, debe beber abundantes líquidos (al menos 2-4 vasos más de lo habitual, si no lo tiene prohibido) el día antes y después de hacerse la prueba. Es necesario acudir con ropa fácil de quitar y poner y cumplir las normas de higiene mínimas.

¿Qué riesgos tiene?

1. Consecuencias seguras y relevantes del procedimiento: con respecto a la radiación ionizante, sus ventajas superan a sus inconvenientes, aunque su utilización entraña algunos riesgos, como la posibilidad de aparición de malformaciones fetales en embarazadas y otra probabilidad remota, como es el desarrollo de tumores inducidos por la radiación. En caso de inyección de contraste intravenoso se puede producir sensación de calor en el punto de inyección y en las áreas fémoras y genitales. Es pasajero (transitorio) y no causa ningún perjuicio.

2. Riesgos típicos: Excepcionalmente, el contraste puede salirse de la vena y provocar hinchazón y molestias locales. Cuando se emplea un contraste bebido o en vena, aunque es muy raro, podría desencadenarse una reacción de tipo alérgico. Si se produce, suele ser de aparición inmediata y de carácter variable, destacando:

- Reacciones leves: sensación de calor, mal sabor de boca, náuseas, vómitos, mareos, picores o enrojecimientos en la piel. Son las más frecuentes, 3% de los casos y no precisan tratamiento o se corrigen fácilmente con la medicación adecuada.
- Reacciones graves: incluyen dificultad respiratoria, alteraciones del ritmo cardíaco, convulsiones, insuficiencia renal y pérdida de conciencia. Se dan aproximadamente en 4 de cada 10.000 personas y se corrigen con tratamiento adecuado.
- Reacciones muy graves: excepcionalmente, una de cada 100.000 exploraciones, puede poner en peligro la vida del paciente, hasta la muerte.

El hospital está dotado de recursos técnicos y humanos para hacer frente a estas situaciones. En casos excepcionales la alerta es rápida y puede aparecer horas después. Deberá acudir a un centro sanitario para que le traten y después solicitar consulta con el Servicio de Alergia.

Por mi situación actual (diabetes, obesidad, hipertensión, anemia...) puede aumentar la frecuencia o la gravedad de riesgos o complicaciones como: _____

3. Riesgos personalizados: ES MUY IMPORTANTE QUE CONTESTE A ESTAS PREGUNTAS Y NOS AVISE ANTES DE ENTRAR EN LA SALA.

¿Está usted embarazada o cree que puede estarlo? ☐ SI ☐ NO ☐

¿Es usted alérgico? ☐ SI ☐ NO ☐

¿Ha tenido alguna vez una reacción alérgica al contraste? ☐ SI ☐ NO ☐

¿Tiene usted hipertensión? ☐ SI ☐ NO ☐

¿Padece usted alguna enfermedad renal? ☐ SI ☐ NO ☐

Si es afirmativo, indique cuál: _____

¿Es usted diabético? ☐ SI ☐ NO ☐

Si es afirmativo, ¿toma metformina? ☐ SI ☐ NO ☐

En pacientes con insuficiencia renal el uso de contrastes yodados puede empeorar su enfermedad. En pacientes diabéticos que toman metformina (diabético, Evansamend) sobre todo cuando su riñón no funciona bien, existe el riesgo de aparición de acidosis láctica. La función del riñón se puede conocer realizando un análisis de sangre, que puede ser solicitado por su médico.

¿Qué otras alternativas hay?

Disponemos de otras técnicas diagnósticas, como la ecografía o la resonancia magnética, pero en su caso se considera que la TC es la más adecuada. Cada técnica tiene indicaciones y limitaciones que hacen que sean preferibles unas sobre otras según en qué casos y en qué pacientes. La no administración de contraste puede disminuir la sensibilidad de la prueba.

Si que estoy siendo atendido en un Hospital Universitario, AUTORIZO ☐ NO AUTORIZO ☐ a que los datos de mi historia clínica así como utilización de material gráfico o biológico resultado de la intervención puedan ser usados con fines educativos o científicos cumpliendo lo establecido en la Ley Orgánica de Protección de Datos 15/1999.

D/ella, _____ como paciente y/o tutor o familiar, declara que:

- HA RECIBIDO INFORMACIÓN sobre el procedimiento propuesto y sus posibles alternativas.
- ESTÁ SATISFECHO con la información recibida y ha tenido posibilidad de aclarar todas sus dudas sobre el tema.
- CONCEDE SU CONSENTIMIENTO para que se le realice el procedimiento previsto y conoce su derecho a revocar dicho consentimiento en cualquier momento previo a la realización del mismo sin necesidad de tener que explicar sus causas.
- AUTORIZA A LA ADMINISTRACIÓN DEL CONTRASTE INTRAVENOSO ☐ SI ☐ NO ☐

Madrid, _____ de _____ de _____

Fdo. EL PACIENTE O REPRESENTANTE LEGAL Fdo. EL MÉDICO INFORMANTE

NO CONSENTI y rechazo al procedimiento propuesto y al hacerlo libero al Servicio de Radiodiagnóstico de toda responsabilidad relativa a mi caso.

Madrid, _____ de _____ de _____

Fdo. EL PACIENTE O REPRESENTANTE LEGAL Fdo. EL MÉDICO INFORMANTE

REVOCO el consentimiento previamente concedido.

Madrid, _____ de _____ de _____

Fdo. EL PACIENTE O REPRESENTANTE LEGAL Fdo. EL MÉDICO INFORMANTE

Figura 3-15. Ficha de Consentimiento Informado para las exploraciones de TAC en Urgencias.

Hoy en día el proceso es muy repetitivo y costoso en cuanto a tiempo empleado por el personal encargado de dichas tareas que, además, puede ocasionar desabastecimiento en ocasiones que interrumpan el continuo funcionamiento de las operaciones a las que complementan generando paros innecesarios. El funcionamiento se refleja de forma gráfica en la Figura 3-16.

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

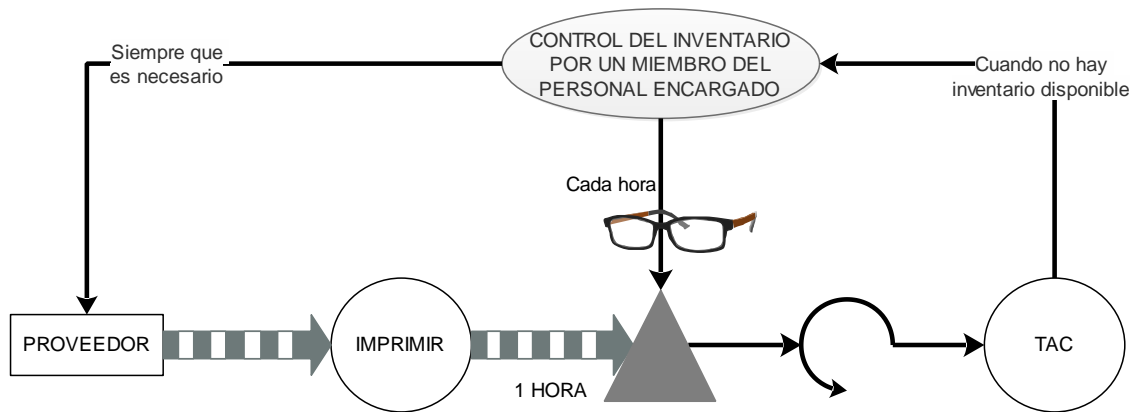


Figura 3-16. Representación de un Modelo de Control actual para la gestión del Inventario de las Fichas de Consentimiento Informados.

Kanban permitirá que se eviten desplazamientos repetitivos e innecesarios, evitar que se produzcan agotamientos imprevistos del inventario y, aunque no es muy relevante para el caso que se aplica dado el bajo coste que tiene producir una hoja de consentimiento, hará que se produzca lo necesario minimizando el coste para mantener un nivel adecuado de producto disponible. Por todo ello se propone Kanban, remplazando así al modelo previo.

3.2.2. Filosofía Lean

Como vimos en el Marco Teórico, mediante la aplicación de la filosofía Lean se hace hincapié en la eliminación de los gastos comúnmente mencionados en la Industria Convencional y que, de ser eliminados, proporcionan una gran ventaja para la actividad que se desarrolla.

El tiempo es uno de los recursos más valiosos que se puede poseer en el desempeño de cualquier actividad profesional, no obstante es uno de los que más fácilmente puede llegar a ser malgastado.

Con el objetivo de minimizar este gasto, así como otros derivados de la actividad del personal del Servicio, se realizarán distintas modificaciones en las operaciones llevadas a cabo, tanto desde el punto de vista de la organización del mismo como de la tecnología con la que cuenta.

3.2.2.1. Perspectiva Organizativa

Como ya se ha mencionado previamente en el documento, el caso que estudiamos es el de la modalidad de radiología convencional en el Servicio de Radiodiagnóstico, ubicándonos dentro de las salas de Rayos X de Traumatología.

El motivo para ello se debe a la presencia de equipos de radiología directa y radiología indirecta dentro de esta modalidad que nos permitirá, además de observar el proceso de forma clara, realizar una comparación entre ambas tecnologías y extraer conclusiones significativas. Asimismo los pacientes ambulatorios son el sujeto del estudio ya que es el grupo que mayor número de pacientes engloba.

Los pacientes hospitalizados se atienden de la misma manera que los ambulatorios solo que durante el turno de tarde. Los pacientes de Urgencias es importante destacar que se rigen por un funcionamiento completamente diferente al que se ha descrito en las figuras superiores, siendo la principal diferencia que no cuenta con una demanda previsible de la que sí disponen las agendas elaboradas para pacientes ambulatorios y hospitalizados.

Para poder tener una visualización más gráfica de lo que ocurre durante la atención del paciente, en su paso por el Servicio de Radiodiagnóstico para la realización de la exploración, se representa la Figura 3-17. En ella se indican cuáles son los trayectos (por orden) que, junto con el técnico de radiología, seguirán para llevar a cabo la exploración.

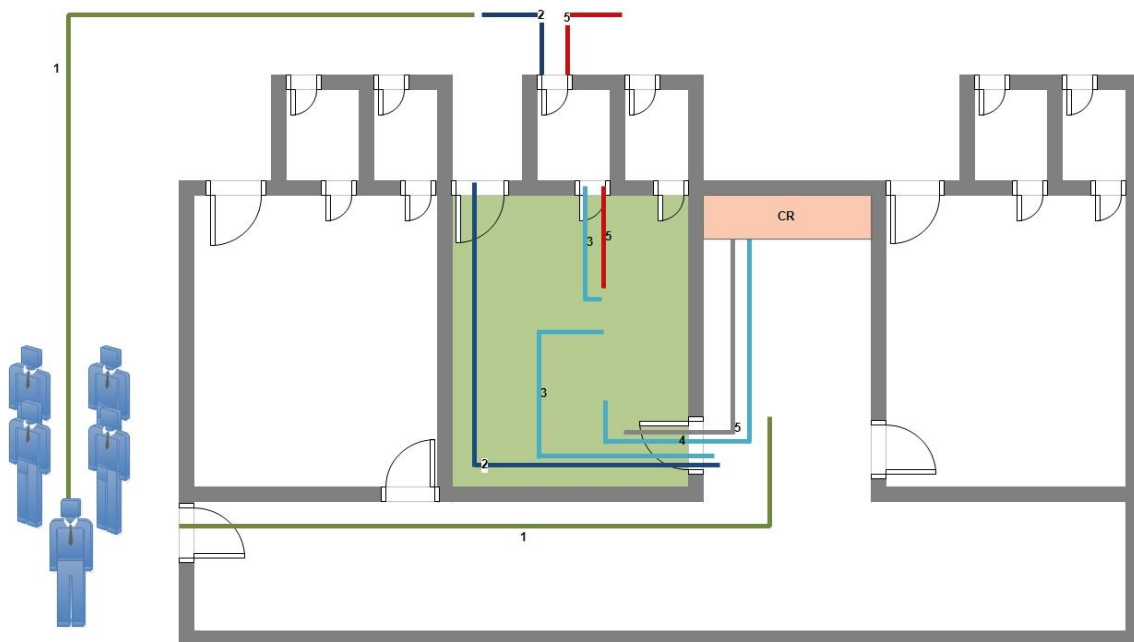


Figura 3-17. Representación gráfica de los trayectos recorridos por paciente y Técnico de radiología.

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

De esta manera, el color verde (Paso 1) representa el recorrido que, por un lado hace el técnico para recoger los volantes de aquellos pacientes que se encuentran en la sala de espera, (de los que hayan llegado hasta el momento) y, por otro, el trayecto que hacen los pacientes de la sala de espera al pasillo en el que se encuentran las cabinas, donde esperan a ser llamados para la realización de las pruebas correspondientes. La línea de azul oscuro representa el momento en el que se llama al paciente y éste entra en la cabina a desvestirse. A continuación en un azul más claro el paciente entra y se coloca tal y como le indica el técnico que, una vez realizada la exploración, recoge los chasis y los lleva al equipo de digitalización CR. En el momento en el que se concluye de digitalizar las imágenes, si estas están correctas, el técnico le comunica al paciente que ya se puede volver a vestir en la cabina y finaliza su paso por el Servicio de Radiodiagnóstico.

Todo el proceso se expresa de manera esquemática en la Figura 3-18.

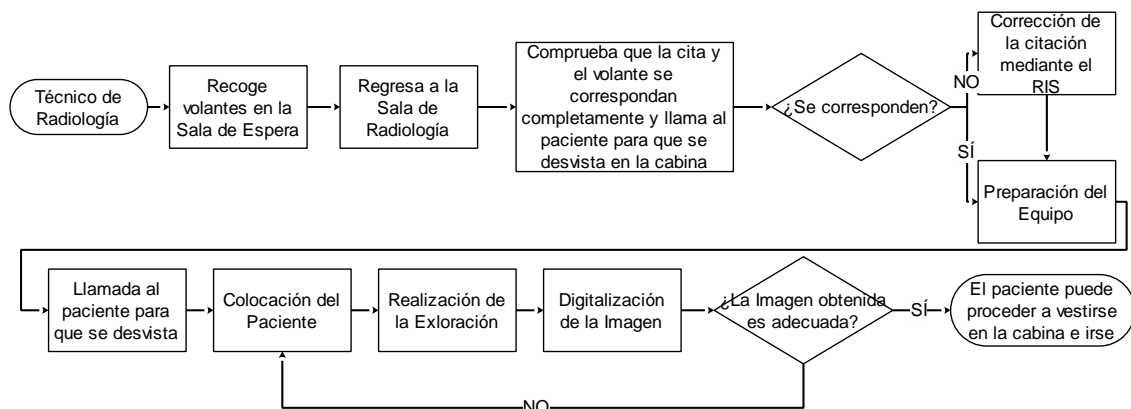


Figura 3-18. Proceso de atención de los pacientes para la realización de las exploraciones.

Hay varios puntos que destacan dentro de todo ello y es que, la continua práctica de acciones por parte del técnico de radiología ajenas a su actividad principal, que es la realización de las exploraciones, le impide atender a un mayor número de pacientes o le impide poder proporcionar una mayor calidad asistencial dado que en muchas ocasiones los profesionales cuentan con un tiempo limitado para ello.

Dos de estos puntos a los que se puede hacer referencia son, por un lado, el hecho de que el Técnico tenga que dirigirse él mismo cuando se le acaban los volantes (que ha recogido en el trayecto anterior) a la sala de espera de los pacientes en busca de nuevos volantes para poder continuar con su actividad. Por otro lado, en numerosas ocasiones las citaciones se realizan de forma errónea y es el Técnico el que, cuando corresponda, el que debe corregir la citación y realizarla correctamente. Todo ello genera un gasto tanto a nivel de desplazamiento innecesario del técnico como de aumento del tiempo de

espera de los pacientes que pueden ver como su paso por el servicio se hace con mayor rapidez si se abordan las soluciones pertinentes.

Se puede observar una característica muy señalable dentro de las exploraciones radiológicas que se realizan en las salas y es que, cada prueba es frecuentemente diferente de la anterior en cuanto al lugar del cuerpo en la que se realiza así como en la localización en la que se centra la exploración. Por ejemplo, cada vez que se realiza una telerradiografía esta puede ser de Columna (Telerrx Columna) o bien de miembros inferiores (Telerrx Miembros Inferiores) y para cada una de ellas hay que ajustar el equipo dependiendo de las características de la exploración a realizar.

Tal y como está planteado el sistema de citas, no hay ningún criterio acerca de cómo organizar la hora de la citas dentro de cada sala. Cada vez que se atiende a un paciente se cambia la posición del equipo médico, lo que supone un tiempo de Set Up acumulado al cabo del día elevado.

Para poder abordar este asunto habrá dos tipos de Set-up a analizar:

- Set up interno, que se corresponde con todos aquellos trabajos que no pueden realizarse a no ser que el equipo esté parado.
- Set up externo, que engloba a todos aquellos trabajos que pueden ser llevados a cabo mientras el equipo está en funcionamiento.

3.2.2.2. Perspectiva Tecnológica

Si ahora se añade la visión de la Tecnología en el Servicio se pueden destacar otras modificaciones que revierten igualmente en una eliminación de operaciones innecesarias.

La presencia de tecnología digital indirecta en las salas estudiadas supone el empleo de un chasis para la obtención de las imágenes. La manipulación de dicho chasis conlleva una serie de acciones que requieren de un elevado porcentaje del tiempo empleado por el técnico de radiología con cada uno de los pacientes.

En primer lugar es necesario colocar dichos chasis en los lugares correspondientes antes del inicio de cada exploración. Asimismo, una vez se irradian, es necesario proceder a digitalizar la imagen, para lo que es necesario el uso del Digitalizador CR (ver 2.3.6). Finalmente es necesario esperar a que se obtenga la imagen digitalizada para poder indicar al paciente si la exploración ha sido satisfactoria o no.

Todo ello supone un tiempo total de valor no añadido durante la exploración elevado y que, por tanto, proporciona un gran campo de mejora tal y como se demuestra más adelante en el documento.

3.3. Análisis y Propuestas de Mejora

Tras la aplicación de las técnicas y herramientas planteadas en el apartado previo se procede a observar el alcance que tiene cada una de ellas sobre el Servicio mediante el análisis de los resultados que se observan y, de esta manera, poder especificar las mejoras.

3.3.1. Filosofía Lean

3.3.1.1. Perspectiva Organizativa

Primeramente, y con el objetivo de eliminar el tiempo empleado por el Técnico en el desplazamiento innecesario (“muda”) para la obtención de los volantes, se plantea la creación de un Registro de pacientes encargado de gestionar los volantes, tal y como se realiza en otros lugares del Servicio como en las salas para exploraciones radiológicas de Tórax. De esta manera el técnico puede focalizar sus tareas en la realización de las exploraciones de forma exclusiva, evitando la realización de tareas y desplazamientos que son ajenos a su actividad.

En segundo lugar, analizando la organización de la agenda, se observa que se puede producir una reducción del Set Up interno. Agrupando las exploraciones por partes del cuerpo en las que se encuentran en bloques a lo largo del día. De esta manera, en cada bloque de exploraciones, habrá un Set Up de duración superior (que corresponde con el cambio de parte del cuerpo a ser explorada) y unos Set Ups menores que siguen a este último y que se corresponden con el ajuste de la máquina a la parte concreta en la que se debe focalizar el equipo para cada caso (dependiendo de las características físicas de cada paciente como la altura...).

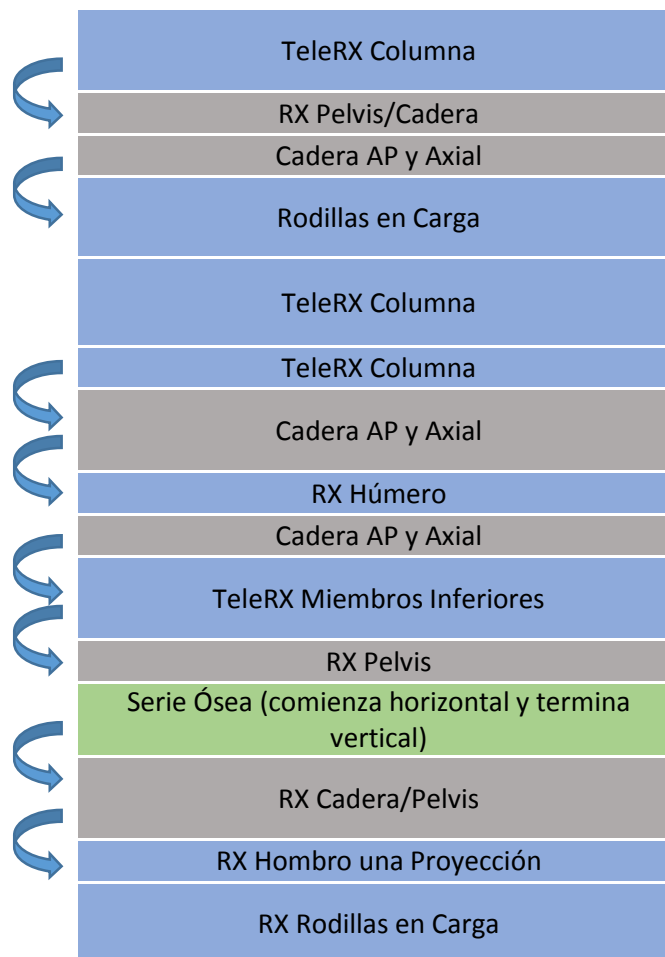
3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

Por su parte el Set Up externo ya se encuentra optimizado, dado que el técnico mientras el equipo está funcionando aprovecha para tener a mano el chasis que le hace falta colocar en el equipo para la siguiente exploración.

A pesar de todo ello el objetivo último es conseguir que el tiempo total de los Set Up internos sea mucho menor que el de los set up externos, tendiendo a su eliminación progresiva y adquiriendo así una ventaja competitiva destacable.

Por ejemplo, en la siguiente tabla (Tabla 3-3), podemos observar cómo se encuentran distribuidas las pruebas para un intervalo de tiempo de una agenda. En ella cada color representa una colocación particular del equipo y entre las cuales se requiere un tiempo de Set Up para adecuar las pruebas a sus especificaciones.


Tabla 3-3. Distribución de Pruebas para un Intervalo de Agenda Real.



El color azul representa la realización de la prueba en el bucky pared (Vertical) mientras que el gris representa las exploraciones en el bucky mesa (Horizontal). El color verde de la serie ósea indica que en este tipo de exploraciones se llevan a cabo imágenes en ambos buckys y por lo tanto no representan problema en el ejemplo, dado que si la

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora



exploración que ha terminado se realizó en el bucky mesa, la serie ósea empezará por la imagen con esta misma configuración aunque si supondrá un cambio de Set Up si la exploración que le sigue no es en el bucky pared como es el caso mostrado.

Por cada una de las flechas  se representa un cambio en la disposición del equipo para poder llevar a cabo la siguiente prueba. El número de Set Up total (o puesta a punto) es elevado si se tiene como referencia la distribución presente de las pruebas.

Con el objetivo de reducir el número de movimientos del equipo, algo que beneficiará al tiempo empleado por paciente ya que se reduce, a los técnicos radiólogos ya que supone un menor esfuerzo físico y a la vida del equipo ya que se harán menos movimientos, lo que alarga su buen estado de funcionamiento, se propone agrupar por exploraciones algunas franjas horarias de la agenda. De esta manera se da lugar a una producción nivelada y con un número menor de Set Ups.

Representándolo en un cuadro como el anterior, el resultado sería el siguiente para un mismo número de pruebas (Tabla 3-4).

Tabla 3-4. Intervalo de Agenda Estructurado en Bloques.

	RX Pelvis
	RX Pelvis/Cadera
	Cadera AP y Axial
	Rodillas en Carga
	TeleRX Columna
	TeleRX Columna
	Cadera AP y Axial
	RX Cadera/Pelvis
	Cadera AP y Axial
	Serie Ósea (comienza horizontal y termina vertical)
	TeleRX Columna
	TeleRX Miembros Inferiores
	RX Húmero
	RX Hombro una Proyección
	RX Rodillas en Carga

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

Como se puede extraer del análisis de las dos tablas anteriores, el número de Set Up se ve reducido de 8 a simplemente 2 mediante la agrupación en bloques no muy extensos (para llevar a cabo una “producción” lo más nivelada posible).

El tiempo que se tarda en cambiar de posición un equipo, entre pruebas que necesitan una diferente configuración, resulta ser de 0,75 minutos, siendo estos cambios los más significativos dado que dentro de una determinada posición puede haber variaciones en la posición del equipo dependiendo de la estatura del paciente... que se consideran despreciables dada la reducida duración de los movimientos para ajustarse a los mismos.

Inicialmente como contamos con 8 cambios de Set Up y, tras la reestructuración realizada, pasarán a ser simplemente 2, se produce un ahorro de 6. Por ello, a razón de 0,75 minutos por cada uno de los 6 Set Up que se evitan, obtenemos un valor de 4,5 minutos que se pueden dedicar a otros fines (Tabla 3-5). Un valor considerable el de 4,5 minutos si se destaca que el tiempo medio de atención a un paciente hoy en día está calculado entorno a los 10 minutos.

Tabla 3-5. Tiempo Empleado en Set Ups Antes y Después de la Reorganización de la Agenda.

Tiempo por Set Up (minutos)	Nº Set Ups en el Intervalo Estudiado	Tiempo Total (minutos)
0,75	8	6
	2	1,5
	Diferencia	4,5

Los beneficios son que, cuanto más pequeño sea el tiempo total de Set up, menos tiempo se ha invertido en una actividad que no aporta valor al paciente y, por lo tanto, el técnico tiene más tiempo para la realización de otras tareas a lo largo de su turno de trabajo, así como la posibilidad de poder reajustar el tiempo de las citas y atender a más pacientes en su mismo turno, o bien mejorar la calidad asistencial que se les presta.

Para poder llevar a cabo esta mejora es imprescindible ver a qué citas se les puede aplicar una estructuración similar. La razón subyace en que no todas las citas será posible estructurarlas de tal manera que se cumpla la organización por bloques presentada en la Tabla 3-4, solamente serán susceptibles de ello aquellas que se hayan programado con la suficiente antelación para poder estructurar las agendas de manera

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

conveniente. Y solamente si el porcentaje de las mismas es significativo, supondrá un verdadero avance en la gestión del tiempo.

En el 65% de las citas el tiempo comprendido entre el día en el que se pide la cita y el día que la cita es asignada es superior a una semana (que es el tiempo mínimo que se ha definido para poder programar una cita en intervalos). En el 35% restante ocurre lo contrario, el intervalo comprendido entre la fecha de citación y la fecha asignada para la cita es menor a una semana. Esto se refleja en la Tabla 3-6.

Tabla 3-6. Porcentaje de Citas Programadas con más y menos de una Semana.

Antelación con la que se programa una Cita	% de Citas
> 1 semana	65%
< 1 semana	35%

Por lo tanto las agendas, para el 65% de las exploraciones, tienen la posibilidad de agrupar las exploraciones en intervalos que eviten los Set Up innecesarios que, como vemos, es un porcentaje considerablemente elevado.

Si suponemos que cada dos horas y media se puede reproducir el comportamiento expuesto, durante un turno de 5,5 horas se obtiene un valor de 9,9 minutos (aproximadamente 10 minutos, valor que equivale al tiempo asignado actualmente a cada exploración).

De este modo cada día habría 9,9 minutos a mayores. Si ahora lo multiplicamos por un factor de corrección de 0,65 (dado que no es el 100% de las exploraciones el que se puede agrupar como se menciona previamente sino el 65% de las mismas) obtendremos que 6,4 minutos son los que cada día podremos emplear con los motivos expuestos previamente como la mejora de la calidad asistencial o bien atender a un número mayor de pacientes.

A lo largo del 2015, si tenemos en cuenta los 253 días laborables que contiene, se podrían obtener 1619,2 minutos (Tabla 3-7). Por lo tanto, aunque el caso numérico que desarrollamos está basado en un comportamiento supuesto, se puede observar el amplio potencial que tiene dicha modificación para beneficio del Servicio.

Tabla 3-7. Ahorro Producto de la Reducción de Set Ups.

Alcance del Ahorro Expuesto (min)	Día	Año
	6,4	1619,2

3.3.1.2. Perspectiva Tecnológica

Junto al Set Up descrito, siguiendo dentro de los set up internos, podemos incluir el tiempo de colocación del chasis en los lugares asignados dependiendo del tipo de exploración realizada con una duración total por prueba de 1 minuto. De tal manera que, en total, el tiempo empleado en el Set Up interno asciende a 1,75 minutos por exploración si agrupamos ambos.

Si ahora nos centramos en el resto de tiempos que se emplean durante la exploración destacamos que, una vez que ya se ha efectuado el disparo con Rayos X y el chasis ha recogido la imagen, es necesario introducirlo en un digitalizador CR para poder pasar la imagen a un formato digital. El técnico emplea tiempo en la recogida del chasis y lo introduce después en el equipo mencionado y debe esperar hasta que se completa la digitalización para poder comunicarle al paciente que la imagen ha salido correcta y que puede dirigirse de nuevo a la cabina para vestirse e irse. Estos procesos duran un total de 2 minutos.

Por lo tanto, después de todo lo expuesto hasta el momento, cabe destacar que dentro del proceso de la exploración calculado de 7,4 minutos, un total de 3,75 minutos son empleados en la puesta a punto del equipo mientras que 3,65 minutos se destinan a la

Distribución de Tiempos Actuales Durante la Exploración

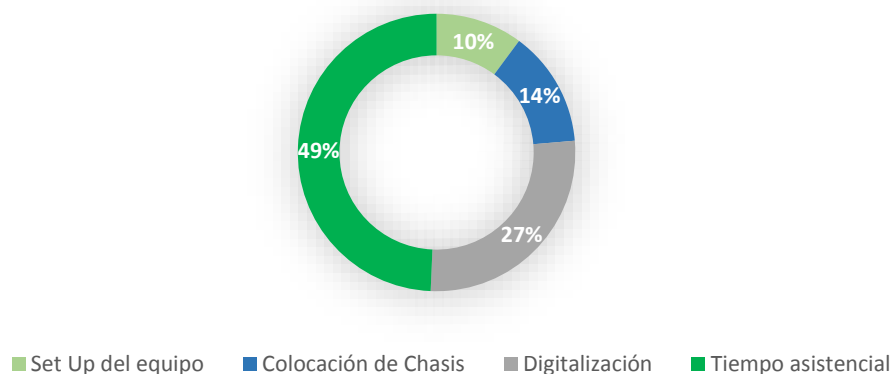


Figura 3-19. Distribución de Tiempos Durante la Exploración.

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

asistencia del paciente (Colocarlo de forma adecuada para la realización de las pruebas, atender sus requerimientos...) reflejado en la Figura 3-19.

La presencia de Radiología digital indirecta en las Salas es la razón de que durante la Exploración se emplee casi tanto tiempo en atender al paciente como en actividades que pueden ser evitadas.

La manera mediante la cual se puede mejorar este aspecto se extrae de la tecnología. Dejar de contar con un sistema digital indirecto y adquirir uno digital directo supondría un ahorro sustancial de tiempo para la sala en cada exploración, que incluso hará que el tiempo de Set Up se vea reducido pasando de un valor calculado inicial de 0,75 minutos a 0,25 minutos tal y como se puede extraer en base a los equipos que ya emplean este tipo de tecnología digital directa.

La razón para todo ello se basa en que, primeramente no sería necesaria la utilización de un chasis para la obtención de las imágenes (al ser radiología directa la imagen se obtiene digitalmente de forma instantánea) y, en segundo lugar, el técnico no tendría que invertir tiempo en la preparación del chasis para la prueba siguiente que se practique en la sala. De esta manera se reducen de forma respectiva tanto el Set Up interno como el Set Up externo.

Con todas estas mejoras se podrá emplear dicho tiempo (de entorno al 51% del mismo) en mejorar la calidad asistencial hacia el paciente, así como la posibilidad de realizar un mayor número de exploraciones, entre lo que el servicio tendrá que establecer el equilibrio óptimo según los criterios profesionales que consideren.

En la siguiente Tabla 3-8 se reflejan los márgenes de mejora de tiempos que se pueden alcanzar basándonos en los porcentajes obtenidos para la distribución de tiempos de la Figura 3-19.

Tabla 3-8. Tiempos Durante la Exploración.

Tiempo Asistencial	49%
Tiempo No Asistencial	10%
	14%
	27%

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

Concretamente, el tiempo ahorrado será de los 3,75 minutos empleados en la realización de las actividades correspondientes al tiempo no asistencial menos 0,25 minutos que son los que siguen permaneciendo del Set Up. Todos estos valores hacen que la nueva duración de la exploración resulte en 3,9 minutos aunque se trabajará con el valor de 4 minutos de tal forma que se incluyan en él 0,1 minutos que abarca tiempos relativos a la digitalización y el tiempo de valoración por parte del Técnico de Radiología de si la imagen obtenida es correcta o no.

En la Figura 3-20 se detalla la nueva distribución de tiempos cuando se realiza el cambio de los equipos con radiología digital indirecta a equipos con tecnología digital directa.

Nueva Distribución de Tiempos Durante la Exploración

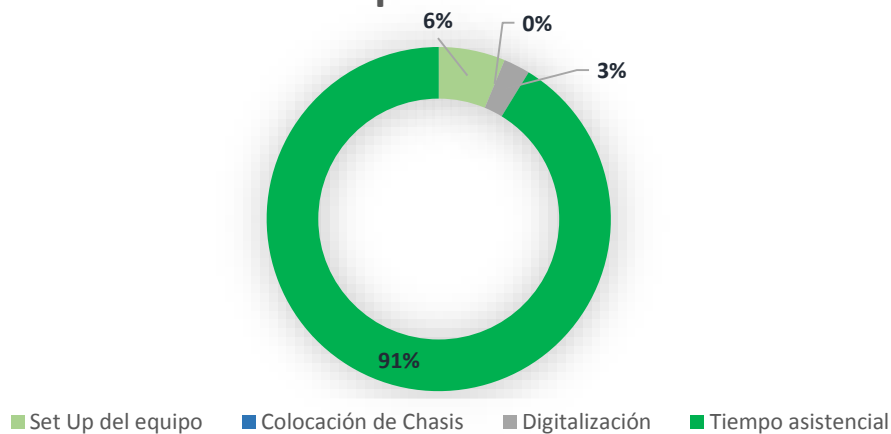


Figura 3-20. Nueva Distribución de Tiempos Durante la Exploración.

En la Tabla 3-9 se muestra una comparación entre los tiempos empleados en cada etapa de la exploración entre ambos tipos de equipos.

Tabla 3-9. Tiempos Empleados en la Exploración con Tecnología Digital Directa y Digital Indirecta.

Operación	Tecnología Digital Indirecta (min)	Tecnología Digital Directa (min)
Set Up del Equipo	0,75	0,25
Colocación del Chasis	1	0
Digitalización	2	0,1
Tiempo Asistencial	3,65	3,65

Por último señalar que, tras haber consultado con todo el personal implicado en el servicio (Equipo Directivo, Jefe del Servicio de Radiodiagnóstico, Médicos Radiólogos,

Técnicos de Radiología y personal de Administración), se acordó la implantación de un tablón de corcho en una de las paredes del servicio. El objetivo de este tablón es que cada uno de los profesionales mencionados colabore mediante la colocación de notas con un problema existente relacionado con su actividad o bien una propuesta de mejora de alguno de los procesos en los que estén implicados.

De esta manera una vez cada dos semanas se reunirán durante media hora representantes de todos los grupos (incluido el que propone la mejora) para tratar de buscar una solución al planteamiento propuesto. La idea es que, durante los 10-15 primeros minutos, se realice un análisis de los problemas (su origen, causas y alcance) y los siguientes 20-15 minutos se plantee una manera de poder solucionar los mismos. Así, mediante este proceso de mejora continua o Kaizen, se podrá contribuir al carácter proactivo inherente de Lean en su afán por reducir a cero los gastos presentes y mejorar la intercomunicación entre los distintos miembros del personal permitiendo una mayor colaboración multidisciplinar.

3.3.2. Técnicas Lean

3.3.2.1. Kanban

La utilización práctica de las Tarjetas Kanban dará lugar a que se modifique el modo de trabajo previo a un esquema como el mostrado en la Figura 3-21.

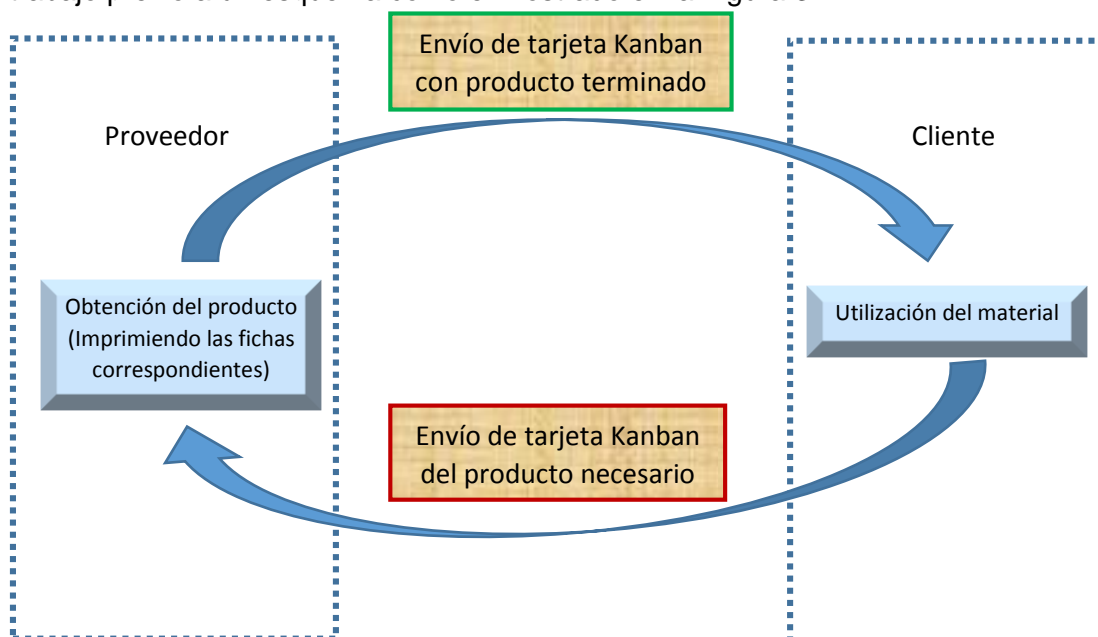


Figura 3-21. Representación del funcionamiento de Kanban para nuestro caso.

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

Cada uno de los productos en el inventario tendrá una tarjeta Kanban, con todas las especificaciones indicadas para su correcta identificación. Cuando se llegue al umbral de disparar una tarjeta Kanban ésta se deposita en el casillero que era mencionado previamente (en su destino correspondiente). Cuando el responsable de la reposición de inventarios detecta que hay tarjetas Kanban en el casillero, las recoge y se dirige su puesto para, en el caso que estamos tratando, imprimir las fichas que sean necesarias.

La tarjeta Kanban que se emplee deberá tener la forma mostrada en la Figura 3-22.

KANBAN	ORIGEN
Producto:	
Cantidad:	DESTINO

Figura 3-22. Modelo propuesto de Tarjeta Kanban.

Cada conjunto de fichas impresas (el número de cada tipo viene indicado en la tarjeta) es entregado en su lugar de destino junto con la tarjeta Kanban correspondiente que será empleada en futuras ocasiones.

Es importante destacar que, normalmente, hay dos tipos de tarjetas Kanban, una de retirada y una de producción. La de retirada extrae en lotes productos del inventario y la de producción se genera en el inventario indicando a la cadena de producción aguas arriba que debe producir una cantidad determinada de producto. Como aquí solamente es necesario que haya comunicación entre el cliente y el proveedor de producto no es necesario emplear ninguna a mayores de la indicada (que es la tarjeta de producción).

Para su puesta en escena nos centramos en las Fichas de Consentimientos para las pruebas radiológicas de T.A.C. (Tomografía Axial Computerizada) en este caso, relativas al Servicio Radiodiagnóstico en Urgencias. Esta es una técnica que consiste en la obtención de múltiples imágenes transversales de la parte del cuerpo que se desee y que luego son juntadas mediante una recomposición de dichas imágenes para poder obtener lo que se conoce como imagen tomográfica que será la que el médico radiólogo analice.

En el T.A.C. hay exploraciones que requieren la firma de consentimientos para la realización de la prueba debido a que, para esta, se inyecta un contraste intravenoso

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

para conseguir aumentar la visibilidad del área del cuerpo de estudio, si bien existen otras pruebas que no requieren la inyección de dicho contraste.

A partir del número total de exploraciones que se realizan durante dos meses se obtiene que la media de las exploraciones realizadas cada día en el T.A.C. de urgencias, en el que nos centramos, es de 43,10 con una desviación típica o estándar de 7,45 (que representa la dispersión de los datos con respecto al valor medio). La media diaria de exploraciones con contraste y por tanto, que necesitan la firma de un consentimiento, se encuentra en 40,27 con una desviación típica de 7,35 mientras que la media de las exploraciones sin contraste es de 2,83 con su correspondiente desviación típica de 1,67.

El hospital cuenta con tres T.A.C., dos en la planta cero y uno en la planta de Urgencias. El estudio se centrará, como se menciona previamente, en los consentimientos de equipo presente en Urgencias que, del total de pruebas realizadas en éste, el 93% de los pacientes requerirán la firma de una de las fichas de consentimientos informados mencionadas.

Por lo tanto, partiendo de la base de que los datos siguen una distribución t de student y, para nuestra muestra de tamaño 61, con 60 grados de libertad tendremos que, para un nivel de confianza del 95% obtenemos que la demanda diaria fluctuará entre la demanda media diaria $\bar{x} \pm t_{0,025|60} * \frac{7,3104}{\sqrt{60}}$ donde $t_{0,025|60} = 2,0003$ a partir de la tabla estadística para la t de student (Anexo 1).

Como resultado se obtiene que la demanda diaria será aproximadamente 41 ± 2 , obteniendo como máximo la demanda de 43 unidades (que es el más extremo de los casos del intervalo y por ello es el que se escoge para los cálculos siguientes).

Sabiendo que $N^{\circ}_{\text{tarjetas Kanban}} = \frac{D*L+SS}{C}$, donde tenemos que:

D= Demanda diaria de fichas de consentimiento

L= Tiempo de espera (días)

SS= Stock de seguridad

C= La capacidad del contenedor

El SS se establece que debe proporcionarnos suficiente material como para poder abastecer al T.A.C. incluso cuando un día no se produzca entrega del material debido a una avería de la impresora. Es por ello que, como con el 95% de probabilidad la demanda mayor que se tendrá en un día es de 43 unidades, estableceremos esta cantidad como SS dado que ni suponen una ocupación de espacio o coste

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

considerables, más bien despreciables y lo que se busca con ello es la máxima capacidad de respuesta del proceso. Decir que, por aproximaciones realizadas con el fin de obtener un número entero de tarjetas de Kanban, se seleccionará finalmente el valor de 38 para el SS.

Podremos calcular que, sabiendo que la demanda $D=43$, $L=0.042$ (correspondiente a una hora), $SS=38$ y $C=20$, el **Nº tarjetas Kanban = 2**.

Una vez ilustrado todo lo anterior se puede mostrar un Modelo de Control futuro (Figura 3-23) y ver cómo quedaría el proceso de aplicarse la mejora que se propone.

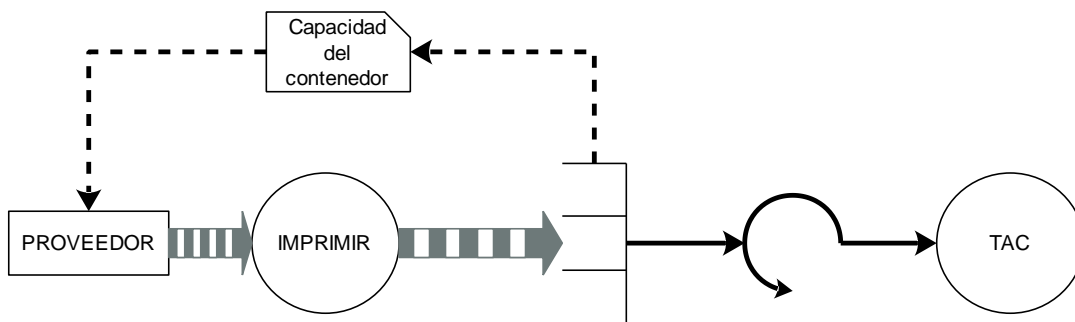


Figura 3-23. Representación de un Modelo de Control para el caso futuro de la gestión del inventario de Fichas de Consentimientos Informados.

En la que se ve que el Auxiliar de Enfermería no tiene que desplazarse cada hora a ver si es necesaria o no la reposición de inventario, sino que se dejan en la puerta de su despacho las tarjetas Kanban en un casillero, lo que ahorra mucho tiempo de desplazamiento al Auxiliar en este caso.

Por otro lado se producirá de forma ajustada a la demanda y no habrá una cantidad excesiva de inventario que genere gastos de almacenamiento importantes (aunque en este caso ya se ha establecido que el coste asociado a las fichas de consentimiento no es elevado al tratarse de hojas impresas).

Asimismo se evita el paro en los procesos de atención dado que, como se mencionó previamente, una exploración de estas características no puede dar comienzo sin la firma de dicho consentimiento.

3.3.2.2. VSM Futuros

Una vez se han expuesto las mejoras mencionadas en los apartados previos se puede proceder a la realización de los Mapa de Flujo de Valor futuro para los procesos, en los que se destacarán todos los ajustes que se hayan propuesto. De esta manera se puede

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

observar cuál es la diferencia con los Mapas del estado previo y ver, en qué modo los beneficia.

En primer lugar se crea un Registro en el Servicio para las salas de Osteoarticular. Esto conlleva la adición de una caja de procesos a mayores con su correspondiente línea de tiempo. Así el Técnico de Radiología no invertirá más tiempo ni se desplazará de nuevo para recoger personalmente los volantes.

Por otro lado, debido a los avances tecnológicos, el tiempo de cambio del equipo, en función de las exploraciones que se vayan a realizar se ve disminuido de 0,75 minutos a 0,25 minutos con radiología directa, reduciéndose un 67%. No manipular ni digitalizar las imágenes de los chasis, junto con lo anterior, resulta en una nueva duración de la exploración de 4 minutos frente a los 7,4 minutos previos.

Como resultado el tiempo total de los procesos se verá modificado para cada caso.

3.3.2.2.1. VSM Futuro Para Cita Pedida por el Médico de Cabecera

En la Figura 3-24 se pueden observar todas las modificaciones que se llevan a cabo en el proceso en base a todo lo expuesto en los apartados previos, obteniendo el mapa de flujo de valor futuro que se muestra a continuación.

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

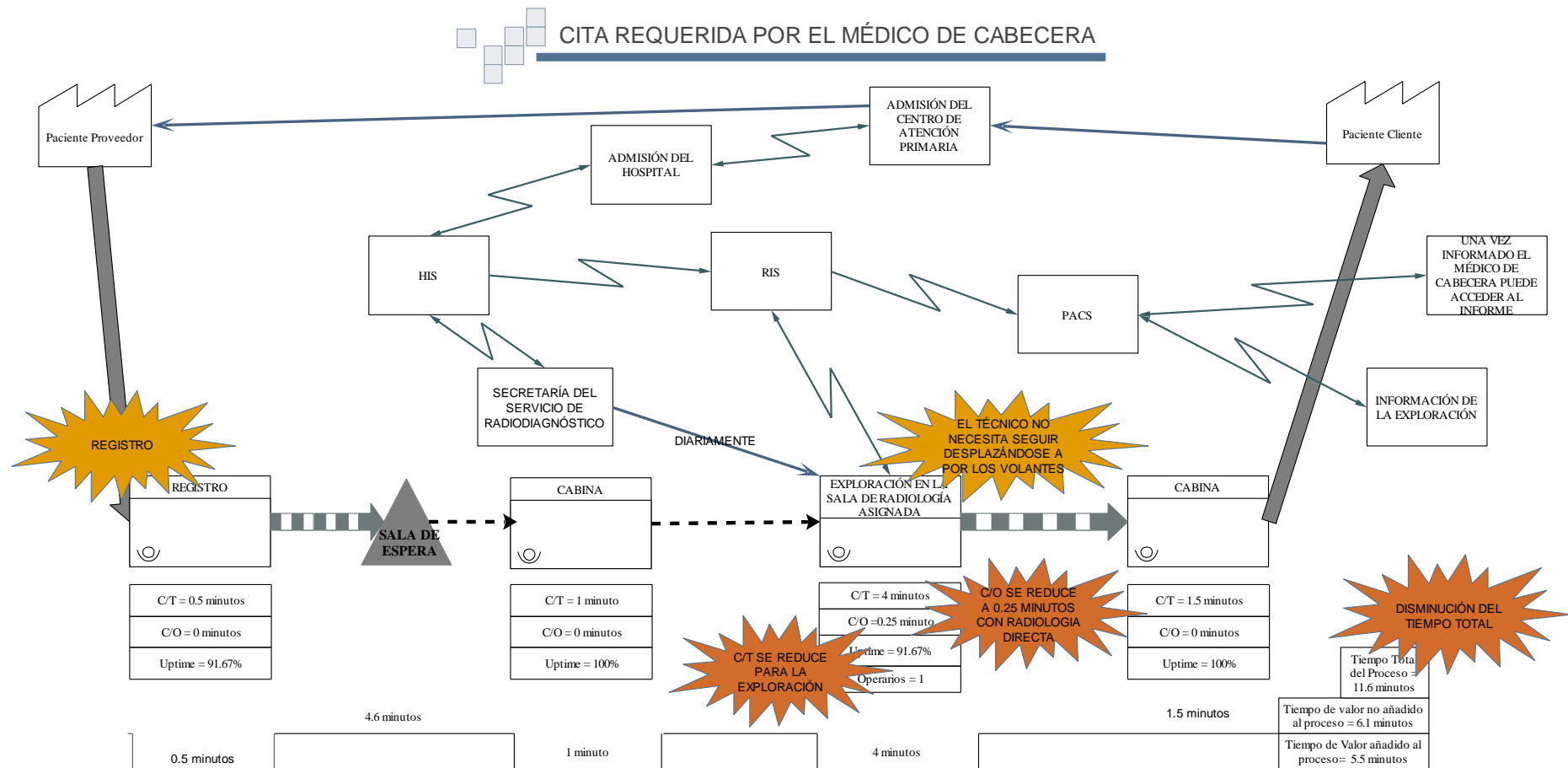


Figura 3-24. VSM Futuro para el Proceso Iniciado por el Médico de Cabecera.

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

A partir de estos nuevos datos se puede establecer una línea de tiempo en la que se muestre de forma gráfica la nueva utilización de los tiempos en el proceso (Figura 3-25).

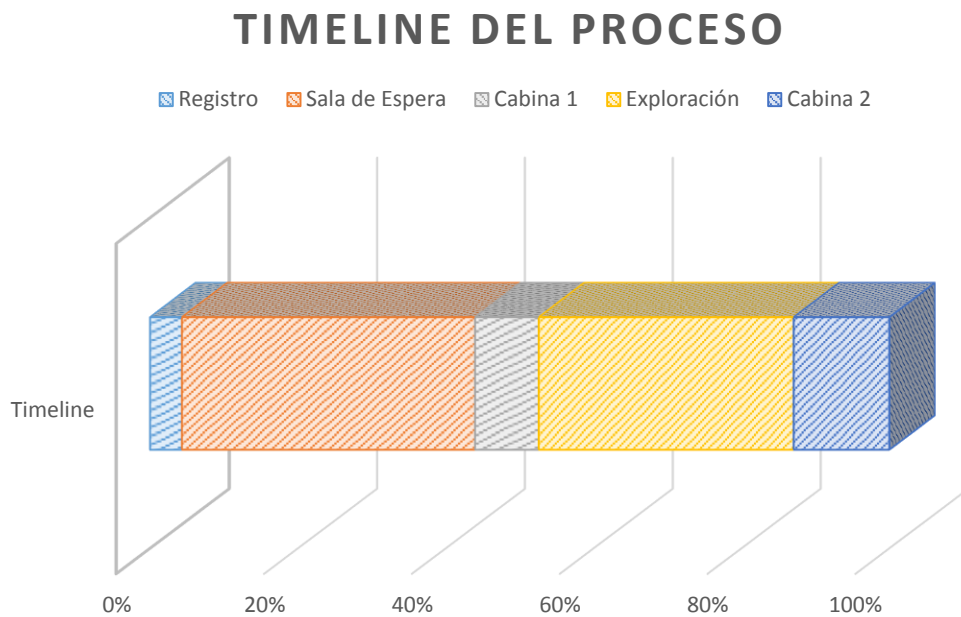


Figura 3-25. Timeline Futuro del Proceso Iniciado por el Médico de Cabecera.

Con respecto a las contribuciones al valor del proceso obtendremos como resultado la Figura 3-26.

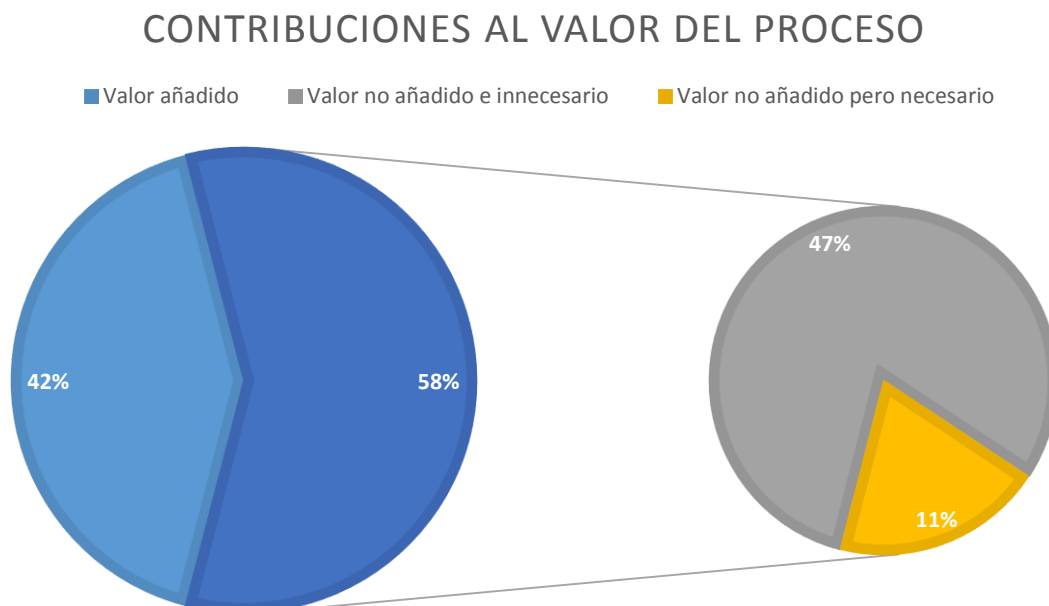


Figura 3-26. Contribuciones al Valor del Proceso Futuro Iniciado por el médico de Cabecera.

El balance de trabajo contará con el mismo Tiempo de Takt especificado para los diagramas de los apartados previos dado que la demanda y el tiempo disponibles

permanecen invariables y, como consecuencia, se obtiene el gráfico representado en la Figura 3-27.

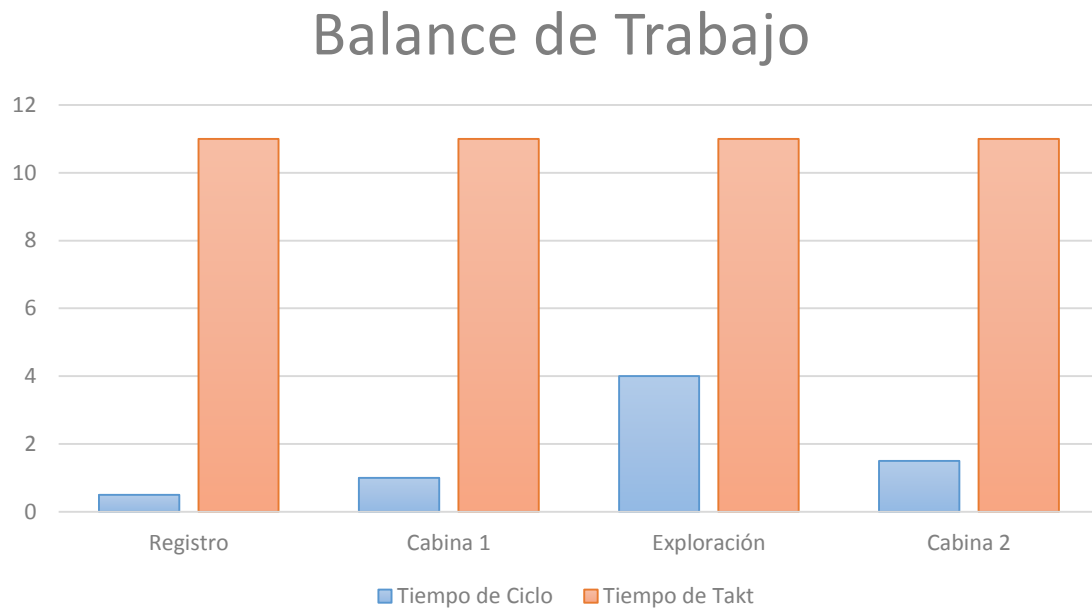


Figura 3-27. Balance de Trabajo Futuro para el Proceso Iniciado por el Médico de Cabecera..

El ratio de actividad y la capacidad del proceso serán nuevamente comunes a todos los procesos y los mostrados en las Figuras 3-28 y 3-29 respectivamente.

RATIO DE ACTIVIDAD

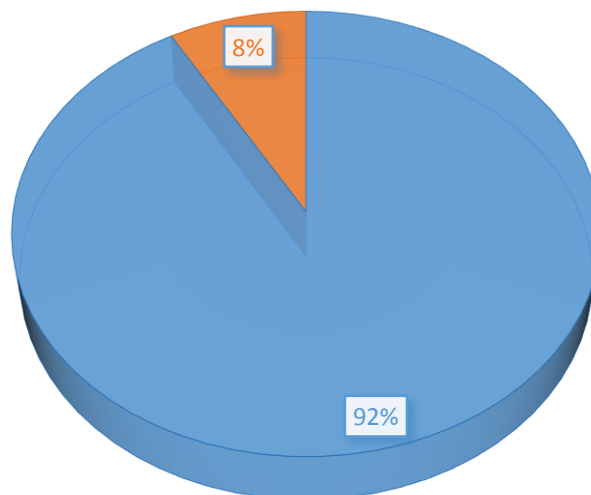


Figura 3-28. Actividad Futura de las Salas de Osteoarticular.

CAPACIDAD DEL PROCESO

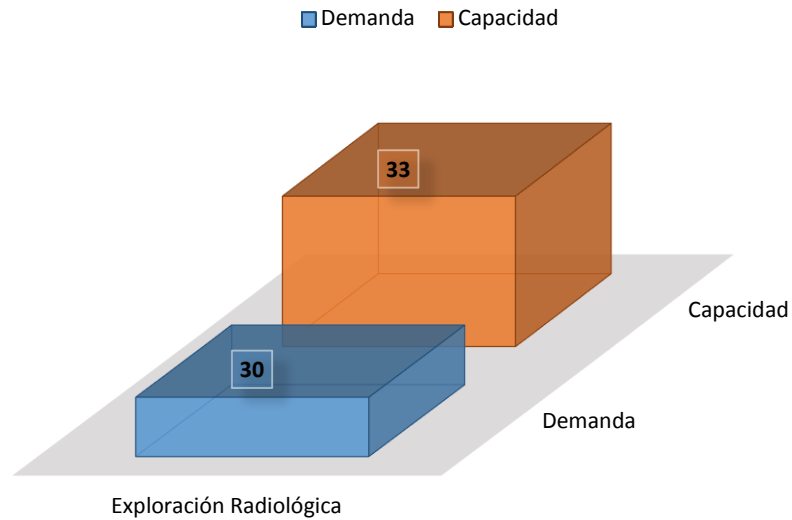


Figura 3-29. Capacidad Futura de las Salas de Osteoarticular.

3.3.2.2.2. VSM Futuro para Cita Pedida por el Médico de Consultas Externas

Siguiendo con la línea de lo establecido, el conjunto de mejoras elaboradas serán iguales que en el anterior apartado, tal y como se refleja a continuación en la Figura 3-30, donde se representa el nuevo mapa de flujo de valor para este caso concreto.

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

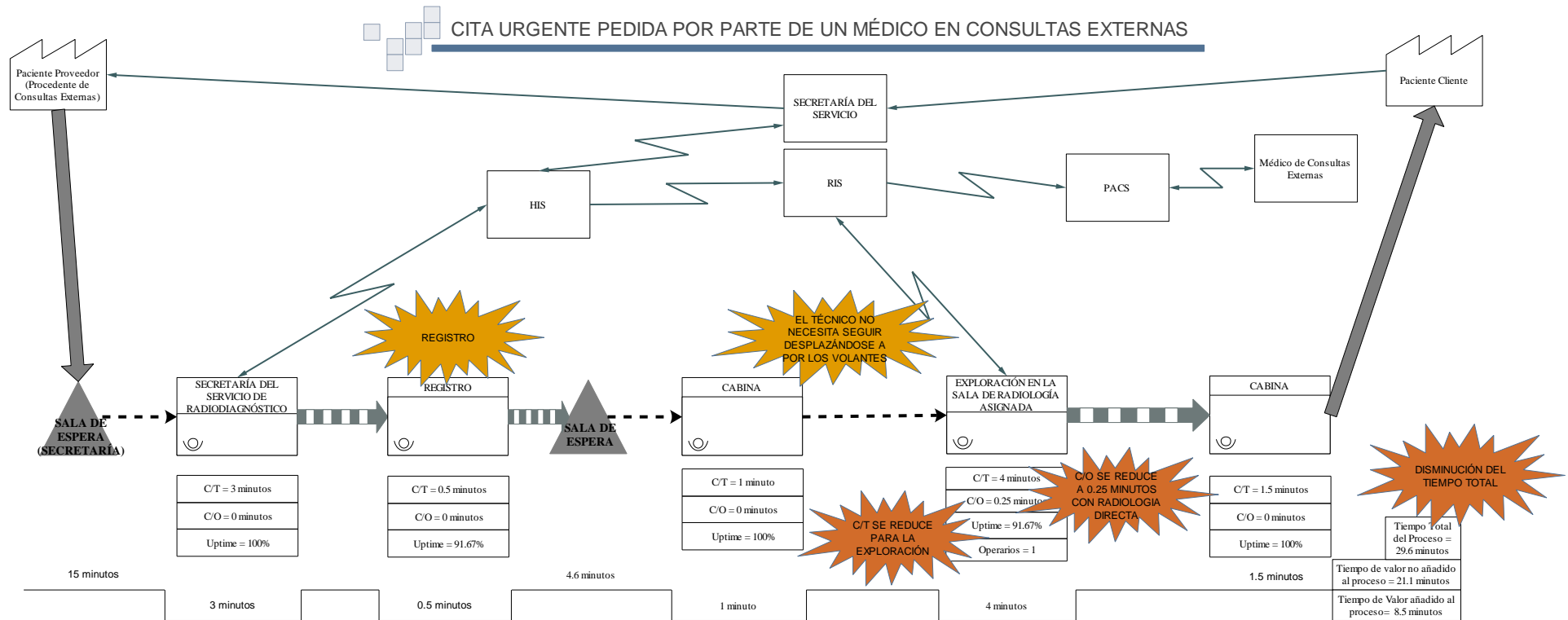


Figura 3-30. VSM Futuro para el Proceso Iniciado por el Medico de Consultas Externas.

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

Basando la línea de tiempo en el diagrama mostrado, el gráfico resultante será el representado en la Figura 3-31.

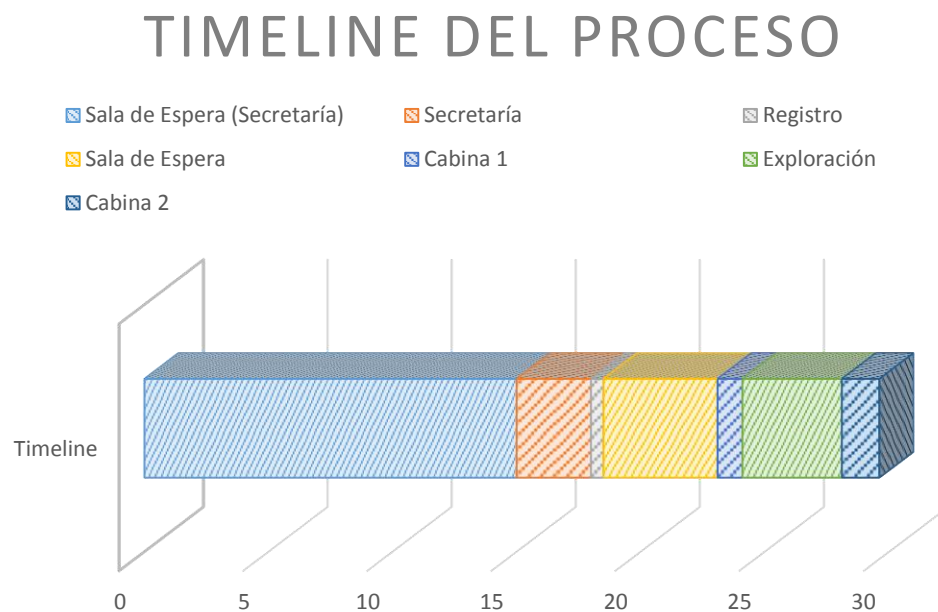


Figura 3-31. Timeline Futuro para el Proceso Iniciado por el Medico de Consultas Externas.

Cuando la cita se requiere por el Médico de Consultas Externas las contribuciones al proceso son las representadas en la Figura 3-32.

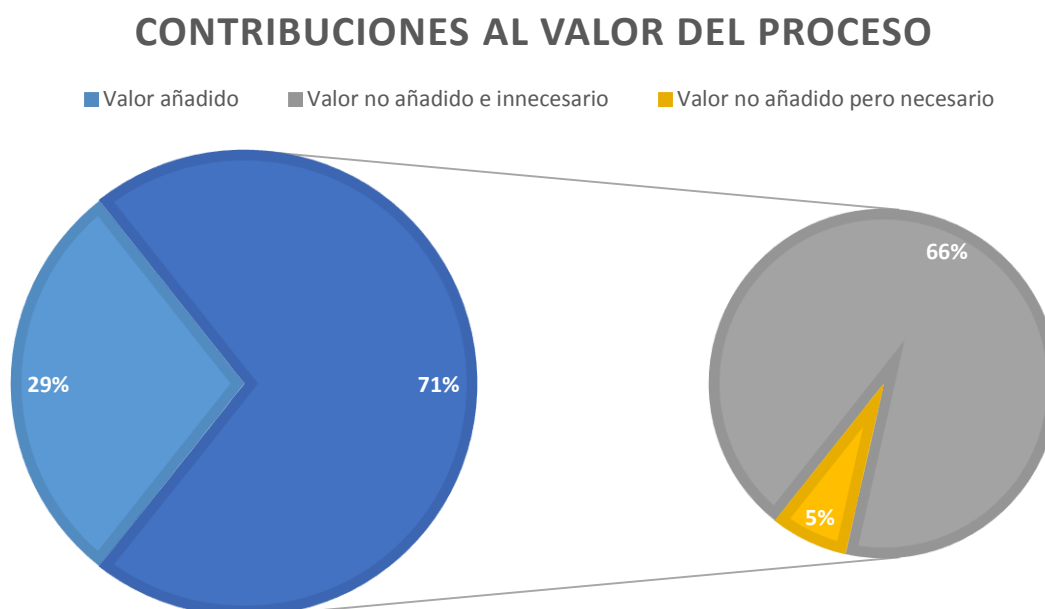


Figura 3-32. Contribuciones al Valor del Proceso Futuro Iniciado por el Medico de Consultas Externas.

El balance de trabajo se representa en la Figura 3-33 de a continuación.

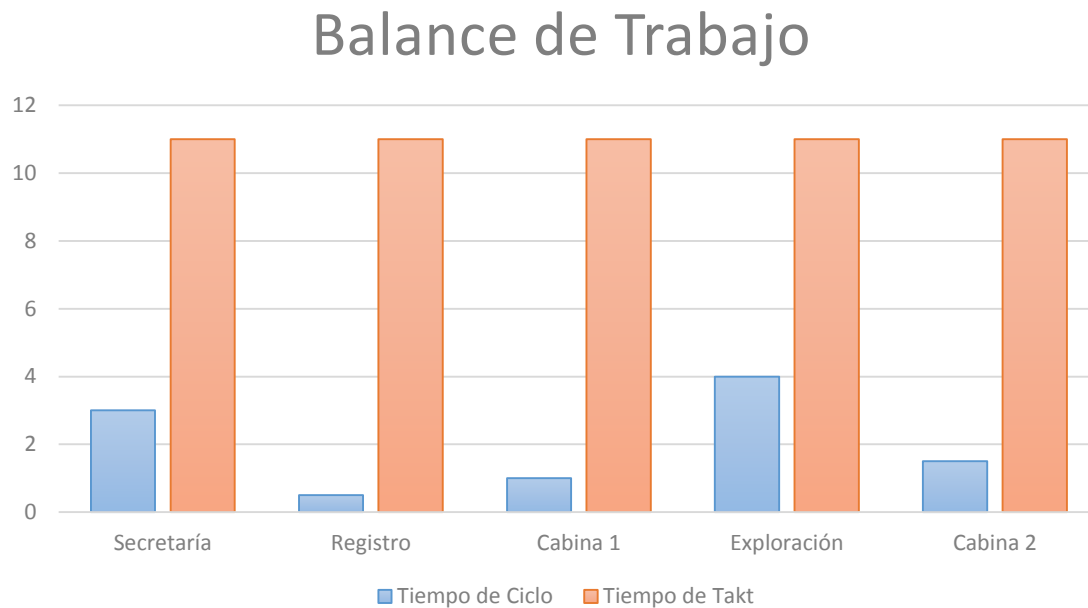


Figura 3-33. Balance de Trabajo Futuro para el Proceso Iniciado por el Medico de Consultas Externas.

En cuanto a los Ratios de Actividad y la Capacidad del Proceso decir que son las ya representadas para el proceso anterior puesto que no se realiza ningún cambio en las salas en cuanto a las horas trabajadas por el Técnico. Las figuras que se corresponden con estas son la 3-28 y 3-29 respectivamente.

3.3.3. Indicadores de Servicio y Eficiencia de los Procesos

Como añadido a estas mejoras expuestas es importante aportar valor al Servicio haciendo referencia a los indicadores de servicio y eficiencia del mismo.

Todos los Servicios cuentan con una serie de Indicadores relativos a sus actividades que proyectan unos resultados que, a su vez, les ayudan a poder comprender de una manera más precisa que es lo que está ocurriendo en él.

Con el objetivo de tener una aproximación numérica al rendimiento del Servicio, que pueda aportar una orientación acerca de su actividad, es necesario contar con la actividad detallada de éste así como de las horas que cada una de las salas está

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

operativa de forma que, con los datos obtenidos, se valore de forma objetiva su actividad actual.

En la memoria del hospital de 2013 [6] se han llevado a cabo algunos de los razonamientos que siguen, como el caso de los estudios estadísticos de tiempos de ocupación de los quirófanos en Cirugía, donde se puede observar que se establece el tiempo que se encuentran disponibles los quirófanos y el tiempo que se usan, calculando un rendimiento directo de los mismos, representado en la Tabla 3-10 que se muestra a continuación.

Tabla 3-10. Actividad Quirúrgica. Memoria HRUyC 2013.

Actividad Quirúrgica	2012	2013
Tiempo disponible de quirófano (horas/mes)	4.696	4.627
Tiempo utilizado de quirófano (horas/mes)	3.343	3.353
Rendimiento quirúrgico (% ocupación quirúrgica)	71,19%	72,46%

Para el caso de Radiología podemos hacer lo mismo durante el turno que se ha estado observando, representado en la Tabla 3-11.

Tabla 3-11. Actividad de una Sala de Radiología Convencional.

Actividad de una Sala de Radiología Convencional en el turno de mañana	Mes de Junio de 2015 (21 Días laborables)
Tiempo disponible de la Sala (horas)	126
Tiempo utilizado de la Sala (horas)	115,5
Rendimiento de la Sala (% ocupación)	91,67%

La sociedad española de radiología médica (SERAM) es la que establece los tiempos estándar de ocupación de las salas dependiendo de las pruebas médicas que se realicen. Algunas de dichas pruebas, con el paso de los años, han ido reduciendo el

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

tiempo de ejecución. En este punto es claramente destacable el efecto que el avance en los recursos tecnológicos, con los que va contando el hospital, tiene sobre el tiempo de ocupación de las salas (TOS) definido como el tiempo desde que el paciente entra en la sala hasta que sale de ella.

En el siguiente cuadro (Tabla 3-12), centrado en la radiología simple de tórax a modo ilustrativo, donde se muestran la evolución de los tiempos del 2000 al 2009 (concretamente los años 2000 [26], 2004 [27] y 2009 [28]) se puede observar cómo, si bien el tiempo médico (TM), definido como el tiempo empleado por el radiólogo en efectuar el informe radiológico más la propia exploración (en los casos que así se requiere), permanece constante, el TOS se ve reducido de una manera considerable, reduciéndose en la mayoría de los casos entre 1 y 2 minutos por exploración como se detalla en la Tabla 3-12.

Tabla 3-12. TOS y TM para las Salas de Radiología Simple de Tórax Según Datos de la SERAM.

RADIOLOGÍA SIMPLE							
Tórax		2000		2004		2009	
Código	Procedimiento	TOS	TM	TOS	TM	TOS	TM
70101	Tórax, PA	6'	5'	6'	5'	5'	5'
70102	Tórax, PA Y LAT	8'	5'	8'	5'	6'	5'
70103	Proyec. Especiales de tórax : Descubiertos, Lordóticas	6'	5'	6'	5'	5'	5'
70311	Parrilla costal	-	-	6'	5'	5'	5'
70312	Esternón	-	-	10'	5'	8'	5'
70106	Parrilla costal AP y Oblicuas	-	-	8'	5'	6'	5'

De forma experimental se han medido los TOS para las salas, en este caso de radiología simple de traumatología de Tórax, para contrastar los datos con los publicados por la SERAM y poder establecer una serie de conclusiones.

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

En este caso el valor obtenido para el TOS experimental es de 1 minuto para los casos estudiados (durante el turno de mañana) en Tórax. Este es el tiempo que se le asigna también a cada prueba, de forma que está muy ajustado el valor teórico al experimental. Dichos TOS para el 2014 no están recogidos, todavía, dado que no se ha realizado una nueva publicación con respecto a estos desde la mostrada del 2009.

Como podemos observar estos valores experimentales son muy inferiores a los 7,4 minutos medidos para las salas de traumatología (Osteoarticular). La razón es que, por un lado, el Set Up del equipo en Tórax es muy reducido dada la simplicidad de la prueba, y los ajustes que se producen, por las características específicas del paciente como la estatura por ejemplo, están muy automatizados y se realizan de una manera muy rápida y eficaz. Además los equipos son completamente digitales directos por lo que no es necesario emplear chasis durante la exploración y por consiguiente no es necesario su revelado y la necesidad del paciente de esperar por la imagen en cuestión ya que se obtiene directamente en el ordenador y ningún paso intermedio.

Según se establece en el manual de Gestión Hospitalaria [29] los indicadores de resultados se centran en observar el grado de cumplimiento de los objetivos y permiten establecer una visión objetiva, una evaluación del Servicio. Para ello contaremos con varios tipos de indicadores que son útiles para el Servicio dado que les sirven de referencia para el desarrollo futuro de sus actividades, tal y como se ha mencionado previamente. Los Indicadores empleados son:

- De adecuación. A través de estos podremos observar si el uso del Servicio es el adecuado.

Podemos establecer una tasa de frecuentación global, que enfocada a la modalidad de radiología convencional se puede calcular de la siguiente manera:

Sabiendo que el número total de exploraciones realizadas en radiología convencional en el hospital es de 162.196 (para pacientes ambulatorios, hospitalizados y de urgencias) y la población total de la dirección Asistencial Este de 555.655 personas, obtendremos que:

$$\frac{\text{Nº Total de exploraciones realizadas 2014}}{\text{Poblacion Total de la Dirección Asistencial Este}} \times 1000 = 291,9$$
 es la tasa de frecuentación global para la radiología convencional en el año 2014 por cada mil habitantes en dicha dirección asistencial.

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

➤ De efectividad.

Se mide, por un lado, en función del porcentaje de estudios informados que se calcula dividiendo los estudios informados entre el total de estudios realizados en radiología convencional:

Donde el número de estudios realizados en pacientes ambulatorios y hospitalizados es de 61.215 y el número de estos estudios que han sido informados es 24.762.

$$\frac{\text{Estudios informados}}{\text{Estudios realizados (ambulatorios+hospitalizados)}} \times 100 = 40,45\% \text{ de los}$$

estudios en radiología convencional para pacientes ambulatorios y hospitalizados han sido informados, el porcentaje restante representa la cantidad de estudios que no precisan ser informados por un médico radiólogo.

Por otro lado, el porcentaje de repetición de exploraciones, para el tiempo en el que se pudo realizar un estudio de la actividad se pudo obtener que de 300 exploraciones únicamente 2 tuvieron que ser realizadas de nuevo:

$$\frac{\text{Número de exploraciones repetidas}}{\text{Número de exploraciones realizadas}} \times 100 = 0,67\% \text{ de las exploraciones han tenido}$$

que ser repetidas en radiología convencional durante el tiempo estudiado. Lo que indica la alta eficiencia de las salas estudiadas para la obtención de una imagen radiológica satisfactoria.

➤ De Productividad. Miden la relación entre la actividad de cada una de las modalidades y los recursos que se consumen en cada una de ellas.

El número de exploraciones en cada sala de radiología convencional frente al número total de exploraciones en radiología convencional me dice el peso que cada sala tiene dentro de esta modalidad tecnológica. Pudiendo ver así cual, de entre las mismas condiciones de trabajo es más productiva que el resto, representado en la Tabla 3-13 siguiente.

Tabla 3-13. Relación entre las Exploraciones por Sala y Exploraciones Totales en Radiología Convencional.

Sala N°	Exploraciones por sala	$\frac{\text{Exploraciones por sala}}{\text{Exploraciones totales 2014}} \times 100$
2	7803	4,81%
3	6044	3,73%

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

- De Rendimiento. Tratan de relacionar los costes de las actividades con los resultados de las mismas.

Se tienen en consideración las unidades relativas de valor (URV) para el diagnóstico (en el lugar de los costes).

Haciendo referencia a los costes decir que hay dos tipos, aquellos que son directos y los indirectos:

- Los directos engloban coste de material empleado (en nuestro caso las películas de fósforo que se introducen en los chasis para la obtención de la imagen), el sueldo del personal que interviene en el proceso y el coste de amortización de los equipos.
- Los indirectos abarcan servicios como el de limpieza y consumo de electricidad.

Estos son siempre muy difíciles de cuantificar, es por ello que para poder calcular el precio de cada una de las exploraciones se emplean las unidades relativas de valor para cada exploración. Es la SERAM la que tiene establecidos una estimación del número de unidades relativas de valor para cada exploración basado en el método denominado de equivalencia.

El método de equivalencia establece que, si se le asigna a la exploración de radiología convencional de Tórax AP y L (Anteroposterior y lateral) el valor de una URV (por ser el tipo de estudio más realizado), el resto de las exploraciones indicarán su coste a partir del número de veces que cuesta dicha exploración con respecto a lo que cuesta la exploración de radiología convencional de Tórax.

Todas estas unidades relativas de Valor están contenidas en el catálogo de exploraciones de la Seram del 2009 [28], por ejemplo, y el cual está incluido en el Anexo 2 del documento para los datos que son relevantes a este respecto.

Para saber lo que cuesta, por tanto, una determinada exploración no hay más que multiplicar el valor del coste de la unidad relativa de valor por las unidades relativas de valor de cada exploración. El coste de la unidad relativa de valor depende de:

- El coste de personal
- El coste de funcionamiento
- Costes de utilización de otros servicios
- Costes estructurales

Y, con la cuantificación de todos ellos, se podrá calcular el coste de la realización de cada una de las exploraciones, los costes totales de la realización de unas pruebas

3. Análisis de los Procesos y Propuestas de Mejora

frente a otras... Lo que contribuye a que se pueda elaborar un presupuesto más ajustado a los requerimientos de cada modalidad radiológica en función de las necesidades de los mismos.

Dadas las características de confidencialidad de los datos que son necesarios para el cálculo de dichos costes, no ha sido posible la obtención de un valor numérico para estos.

4. Análisis de los Resultados Esperados

En el Capítulo previo se han detallado todas las técnicas y herramientas que han sido aplicadas con el fin de proporcionar una serie de mejoras que hagan que se reduzca el tiempo empleado por los pacientes en su paso por el Servicio, así como proporcionar ventajas a los profesionales que verán simplificadas sus tareas.

Mediante un análisis de los resultados se pretende alcanzar una visión global de las propuestas realizadas, haciendo balance entre las ventajas que conllevan y sus inconvenientes (apartado 1), las inversiones que son necesarias realizar (apartado 2) y ver, en función de las ofertas que se han recibido para la actualización del Servicio, cual es la más apropiada.

4.1. Análisis de las Ventajas e Inconvenientes de los Nuevos Procesos

La implantación de nuevas medidas supone una inversión tanto en nueva formación de los profesionales como en los equipos que se digitalizan o, en su caso, en la compra de equipos nuevos.

Asimismo la implantación de dichas medidas conlleva una serie de cambios que alteran aspectos del funcionamiento de los procesos y que es preciso analizar para lo que se desarrollan los siguientes apartados.

4.1.1. Filosofía Lean

A través de la aplicación de la base de la filosofía Lean se ha intentado eliminar todo aquello que supusiera un gasto en la actividad del Servicio, desde desplazamientos innecesarios hasta la optimización de un recurso tan valioso como es el tiempo.

Mediante la creación del Registro se ha logrado que el Técnico de Radiología deje de invertir tiempo en la recogida de volantes médicos de la sala de espera. De tal manera que pueda centrar sus acciones en la atención a los pacientes.

A partir de una mejor gestión de las citas se ha podido resaltar el amplio beneficio que esto conlleva. La agrupación de citas en función de si las pruebas se realizan en posición vertical o en posición horizontal supone un ahorro en número de Set Ups muy ventajoso. Si se reproduce lo estudiado se obtiene que diariamente se puede ahorrar entorno al 1,94% ($\approx 2\%$) total del tiempo empleado que, como se muestra en la Tabla 4-1 puede alcanzar un valor en minutos considerable si se extrapola a la actividad de la sala de todos sus días laborables en el turno estudiado de mañana.

Tabla 4-1. Ahorro Producto de la Reducción de Set Ups.

Alcance del Ahorro Expuesto (Minutos)	Día	Año
	6,4	1619,2

Por otra parte y continuando con el análisis de la gestión eficaz del tiempo, se observa que las ventajas obtenidas tras la digitalización de los equipos son muy altas. Se pasa de un uso de la sala de exploración de 7,4 minutos a uno de 4 minutos. Esto supondrá una reducción en el tiempo de exploración del paciente del 46% y será uno de los elementos fundamentales para conseguir que la duración total del proceso se vea reducida. Esto se consigue mediante un cambio en el tipo de tecnología empleada en el Servicio sustituyendo la tecnología digital indirecta por la tecnología digital directa.

De su implantación se extraen, entre otros, diferentes mejoras como las citadas a continuación:

- Una mayor productividad al reducir los tiempos de las exploraciones, evitando emplear tiempo en la manipulación de chasis (Tanto para su colocación y extracción así como el revelado de los mismos).
- La obtención de una imagen digital de forma directa, de mayor calidad, que se puede manipular de una manera más rápida y sencilla con respecto a los soportes convencionales.
- Reducir el Set Up del equipo dado que los equipos de radiología digital directa cuentan con mecanismos que facilitan la colocación del equipo de una forma más automatizada.
- La posibilidad de citar a un mayor número de pacientes en una misma agenda así como mejorar la calidad de la asistencia que se presta y establecer un balance óptimo entre el número de pacientes atendidos y la calidad de la atención que se le presta, en función de las consideraciones del personal del servicio.

Si el Servicio considera que con el tiempo ganado tras la aplicación de las mejoras se debe aumentar el ratio de pacientes atendidos por sala deberá prestar atención al número de cabinas presentes. En nuestro caso, el tiempo estimado de ocupación de sala, sigue siendo lo suficientemente elevado como para no necesitar la construcción de nuevas cabinas. No obstante si se da el caso de que la duración de la exploración es lo suficientemente pequeña como para equipararse al tiempo de ocupación de la cabina, se deberá modificar el número de cabinas presentes por sala de tal manera que el flujo de pacientes a la sala continúe siendo ininterrumpido como ocurre en las salas en las que se realizan las exploraciones de Tórax donde se doblaron el número de estas cuando, en su día, se realizó el paso de tecnología digital indirecta a tecnología digital directa dada la simplicidad de dicha exploración.

4.1.2. Técnicas Lean

4.1.2.1. Kanban

Centrándonos ahora en el empleo de Kanban, se propiciará que la gestión de los inventarios sea más ajustada, garantizando siempre el suministro evitando que se produzcan paros en la atención de pacientes en los T.A.C. de Urgencias. Por otro lado se beneficia a los auxiliares de enfermería ya que dejan de emplear tiempo en controlar el inventario y dejan que sea un sistema de tarjetas kanban el que le ayude con este propósito.

La desventaja que subyace en el empleo de esta técnica es su desconocimiento para los empleados que trabajan en el Servicio. No obstante mediante la realización de un simple curso de formación se puede solventar este aspecto dado la sencillez de la técnica a seguir durante el proceso de gestión de las tarjetas y el inventario al que se le aplica.

4.1.2.2. VSM Futuros

A partir de la realización de los mapas de flujo de valor futuros se pueden extraer varias conclusiones acerca del funcionamiento final de los procesos y comparar los resultados obtenidos con las características iniciales de los mismos.

TIEMPO ACTUAL VS TIEMPO PROYECTADO

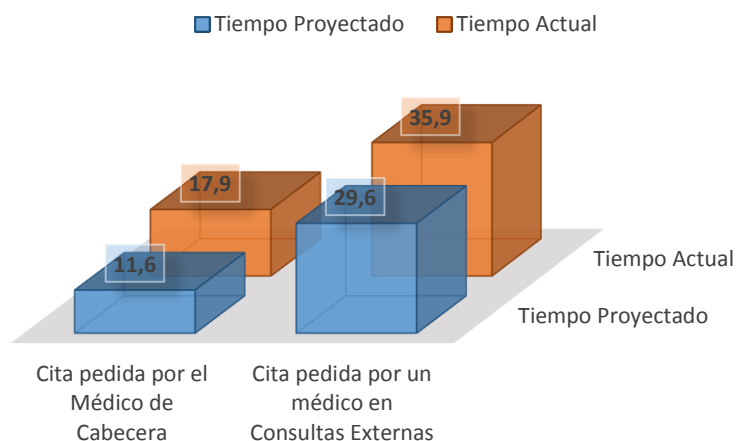


Figura 4-1. Tiempo Actual VS Tiempo Proyectado.

Como dato común a ambos casos establecer que el tiempo total se verá reducido en 6,3 minutos, mostrado gráficamente en la Figura 4-1. A continuación se detallan de forma particular cada una de las líneas seguidas mediante el uso de los mapas de flujo de valor.

4.1.2.2.1. VSM Futuro para Cita Pedida por el Médico de Cabecera

Durante el desarrollo de la aplicación de las Técnicas Lean y las propuestas de mejora se pudo observar que en los procesos las ventajas obtenidas han sido claras.

Por un lado el tiempo total empleado por el paciente en el Servicio de Radiodiagnóstico, que se ve reducido de forma considerable, y por otro la creación del registro, que hace que el técnico de radiología no deba volver a gestionar los volantes de los pacientes en la sala de espera y pueda usar ese tiempo con otros fines.

El tiempo de la duración de las exploraciones pasa de 17,9 a 11,6 minutos. La espera en el Servicio y la duración de la exploración se reducen en 3,4 sin embargo se añade un tiempo a mayores, el correspondiente a la atención en el Registro y que supone un total de 0,5 minutos.

En la Tabla 4-2 se puede observar de qué manera han evolucionado los tiempos desde el inicio al estado futuro que se plantea.

Tabla 4-2. Duración Inicial y Final del Proceso Iniciado por el Médico de Cabecera.

	Duración Inicial (minutos)	Duración Final (minutos)
Registro	-	0,5
Sala de Espera	8	4,6
Cabina 1	1	1
Exploración	7,4	4
Cabina 2	1,5	1,5
TOTAL	17,9	11,6

Sin embargo, aunque el tiempo empleado por el paciente es inferior, la contribución al valor del proceso de las actividades que no aportan valor se ve incrementado de un 53% a un 58% en la nueva configuración de tiempos (Tabla4-3).

4. Análisis de los Resultados Esperados

Tabla 4-3. Comparación de las Contribuciones al Valor del Proceso Iniciales y Finales (Médico de Cabecera).

	Estado Inicial	Estado Final
Actividades que Contribuyen al Valor del Proceso	47%	42%
Actividades que No Contribuyen al Valor del Proceso	53%	58%

4.1.2.2.2. VSM Futuro para Cita Pedida por el Médico de Consultas Externas

En el proceso concreto de la cita pedida por el Médico de Consultas Externas también se obtiene una mejora con respecto al tiempo invertido por el paciente en el Servicio.

En este caso la duración total del proceso pasa de 35,9 a 29,6 minutos. La duración de la estancia en la Sala de Espera del Servicio, en el estado previo al paso por la cabina para la realización de la exploración, y la propia exploración se reducen nuevamente en 3,4 minutos.

En la siguiente Tabla 4-4 se puede observar una comparación entre los valores temporales iniciales y finales de cada una de las etapas.

Tabla 4-4. Duración Inicial y Final del Proceso Iniciado por el Médico de Consultas Externas.

	Duración Inicial (minutos)	Duración Final (minutos)
Sala de Espera (Secretaría)	15	15
Secretaría	3	3
Registro	-	0,5
Sala de Espera	8	4,6
Cabina 1	1	1
Exploración	7,4	4
Cabina 2	1,5	1,5
TOTAL	35,9	29,6

Como ocurre en todos los casos estudiados, en este también se produce un incremento del peso de las actividades que no aportan valor con respecto a las que sí lo hacen a pesar de la reducción del tiempo total empleado por el paciente en el Servicio.

En este caso la contribución al valor del proceso de las actividades que no añaden valor pasa de un 68% a un 71% mientras que las que añaden valor pasan de un 32% a un 29% (Tabla 4-5).

Tabla 4-5. Comparación de las Contribuciones al Valor del Proceso Iniciales y Finales (Médico de Consultas Externas).

	Estado Inicial	Estado Final
Actividades que Contribuyen al Valor del Proceso	32%	29%
Actividades que No Contribuyen al Valor del Proceso	68%	71%

4.2. Inversiones necesarias

Si bien hay inversiones que no requieren de un presupuesto notorio, ni de un cambio sustancial en ningún aspecto de la estructura actual del Servicio hay otros, como los mostrados a continuación, que sí que requieren de reformas importantes.

4.2.1. Mejora del Sistema de Citaciones

El potencial presente en la modificación de la forma en la que los pacientes son citados, para evitar Set Up innecesarios, hará que sea necesario realizar cambios en la manera en la que está estructurado el sistema actualmente.

Como se menciona en el capítulo anterior es necesario disponer de una agenda para las citas estructurada de tal manera que la asignación de las pruebas se realice por bloques. Estos bloques servirán de referencia de tal manera que el personal administrativo sepa qué tipo de prueba puede colocar en cada uno de los lugares.

En la Figura 4-2 se muestra de forma esquemática el concepto de la modificación mostrando a la izquierda la situación actual y a su derecha la forma en la que se debería estructurar.

Figura 4-2. Estado Inicial y Final de la Agenda para la Realización de las Citaciones.

Como podemos observar en la columna de la izquierda no se muestra ningún elemento diferenciador entre pruebas, no obstante en la derecha sí que se puede comprobar que existe. De esta manera, el personal encargado, puede asignar a las casillas enmarcadas con un borde de grosor superior la preferencia de las pruebas realizadas en bucky mesa y a las que poseen el borde menos grueso las llevadas a cabo en el bucky pared.

4.2.2. Tecnología del Servicio

Como se ha planteado, para la propuesta de actualización tecnológica de las salas se puede incurrir en dos tipos de inversión. Por un lado se encuentra la digitalización de la sala y por otro la compra de un equipo digital directo nuevo.

Para cada uno de los casos el procedimiento seguido por los Servicios y el hospital es el de sacar unos concursos en los que se detallan una serie de especificaciones que se deben cumplir por parte de las empresas que concursan y que, posteriormente, las empresas presenten sus ofertas para poder optar a la adjudicación del contrato.

Las especificaciones se detallan en los pliegos que se publican para que las empresas puedan observar los requerimientos y establecen una serie de baremos en función de la importancia relativa de cada característica. Un ejemplo de pliego se puede observar en el Anexo 3, en el que se presenta un concurso para la dotación de una Sala de Radiología Digital Directa del Hospital Universitario Araba.

Con el objetivo de poder incluir los datos mencionados, ya que no existe la celebración de ningún concurso oficial, es necesario ponerse en contacto con una casa comercial que nos proporcione dichas cifras. En este caso se ha contactado con la empresa Fujifilm que se encuentra presente en el hospital proporcionando, entre otros, mantenimiento para los equipos estudiados. De esta manera se pueden obtener datos objetivos acerca de los costes de la digitalización de una sala de radiología convencional mediante la colocación de uno y dos flat panel (Anexo D) así como el precio resultante de la compra de un equipo digital directo, comparando también el precio de un equipo que cuente con un solo flat panel y otro que cuente con dos (Anexo E).

A partir de las opciones que son enviadas por parte de la empresa Fujifilm se pueden extraer los siguientes aspectos:

- Para el caso de la digitalización del equipo existente, tal y como se especifica en el detalle de la oferta enviada por Fujifilm, el precio asciende a 56,000.00 euros (Precios sin I.V.A.) si solamente se cuenta con un “Equipo digital portátil de tipo chasis FDR D-EVO C35i WIRELESS”. Si se mantienen el resto de elementos de la oferta invariables y se modifica la cantidad de “Equipo digital portátil de tipo chasis FDR D-EVO C35i WIRELESS” para incluir una unidad adicional el precio total asciende a 90,000.00 euros. Dichos precios incluirán la instalación, formación del personal y la puesta en marcha de los mismos, así como una garantía de un año a partir de la compra del equipo.

En la Figura 4-3 se muestran paneles del tipo Fujifilm FDR D-EVO G43i.



Figura 4-3. Panel FDR D-EVO G43i [30].

- En el caso de la adquisición de un equipo digital directo nuevo, según se refleja en el detalle de la oferta que se ha mandado para nuestro caso, el precio para

4. Análisis de los Resultados Esperados

un “Equipo digital con suspensión de techo FDR D-EVO Suite” que solamente contenga un detector digital tipo “FDR D-EVO modelo C35i” es de 145,000.00 euros. Si el número de unidades, una vez más, de los detectores digitales es incrementado a dos, el precio asciende a los 182,000.00 euros. Este coste también lleva incluida la instalación, la formación y la puesta en marcha aunque no incluye la adecuación de la sala ni las obras que puedan ser necesarias.

En la siguiente Figura 4-4 se puede observar un equipo de radiología directa de dos paneles de la marca Fujifilm FDR D-EVO Suite.



Figura 4-4. Fujifilm FDR D-EVO Suite.

Todos estos aspectos se recogen en la Tabla 4-6.

Tabla 4-6. Coste de las Opciones Tecnológicas.

		Precio (Euros)
Digitalización del Equipo	Un Detector	56,000.00
	Dos Detectores	90,000.00
Adquisición de un Nuevo Equipo	Un Detector	145,000.00
	Dos Detectores	182,000.00

Los precios de la adquisición de un equipo digital directo, como se ve reflejado en la tabla anterior, son muy elevados y, con la digitalización de los equipos, se obtiene el mismo beneficio desde el punto de vista organizativo durante las exploraciones.

Dado que el fin último que se quiere alcanzar es la mejora del proceso, que se consigue con la eliminación de los chasis y la obtención directa de la imagen digitalizada, es razonable establecer que, bajo dicho punto de vista, la opción más adecuada es la de la digitalización de la sala en lugar de la adquisición de un equipo nuevo.

La alternativa más adecuada será la digitalización del equipo existente mediante la adquisición de dos “Equipo digital portátil de tipo chasis FDR D-EVO C35i WIRELESS” dado que, si solamente se realiza la compra de uno, habría que manipular el chasis digital directo y colocarlo en el bucky mesa o bucky pared según corresponda y, el riesgo de que ocurra algún incidente con estos debe ser eliminado. Es por ello que es más adecuado la adquisición de dos chasis digitales directos.

De esta manera el ahorro con respecto a los 182,000.00 euros que cuesta el equipo digital directo nuevo con dos flat panel será de 92,000.00 euros por sala digitalizada.

En la Figura 4-5 se puede apreciar de forma gráfica esta diferencia económica entre la realización de unas adquisiciones u otras.

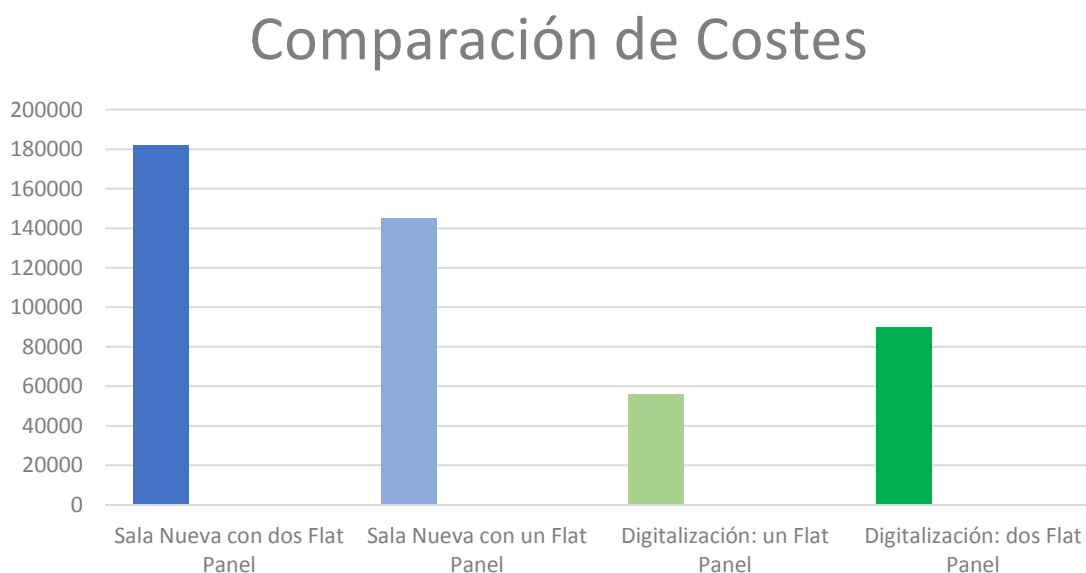


Figura 4-5. Comparación de Costes.

5. Conclusiones y Futuros Desarrollos

El Servicio de Radiodiagnóstico de un hospital supone un apoyo fundamental a la actividad del mismo. Es un Servicio Central que requiere de un funcionamiento óptimo para poder satisfacer todas las peticiones que pasan por él, en el menor tiempo posible y siempre teniendo al paciente como principal beneficiario, asegurándose de que la calidad de la atención prestada es la más adecuada.

En el transcurso de las estancias que se llevaron a cabo en el Hospital Universitario Ramón y Cajal en las salas de Radiología, en Osteoarticular concretamente, se ha podido observar “in situ”, el funcionamiento del mismo en cuanto al proceso de atención y realización de la exploración del paciente.

De toda la elaboración del Trabajo se han podido alcanzar diferentes conclusiones como las presentadas en los siguientes apartados. Primero desde un punto de vista genérico (5.1) para luego en los dos apartados siguientes (5.2 y 5.3) concretar los resultados obtenidos. Finalmente, en el último de los apartados (5.4) se hace referencia a todos aquellos futuros desarrollos que, tras el paso por el Servicio, son susceptibles de ser llevados a cabo para continuar con la tendencia de mejoras implantada con el Trabajo que se ha desarrollado.

5.1. Conclusiones Generales

Según se ha visto en el capítulo previo, se ha podido alcanzar el objetivo planteado de mejorar la eficacia y eficiencia de los procesos llevados a cabo en el Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Ramón y Cajal obteniendo, como efecto inmediato, la reducción del tiempo total empleado por el paciente para la realización de las exploraciones radiológicas en las salas de Osteoarticular.

En el transcurso del Trabajo desarrollado, la cercanía mantenida con el hospital mediante las diferentes estancias llevadas a cabo en el mismo ha supuesto una notoria diferencia. Mantenerse junto a la realidad del hospital es muy importante ya que es lo que ha permitido comprender los motivos que llevan a un funcionamiento determinado de este y poder plantear mejoras que no supongan una ruptura con los criterios médicos, dado que son ellos los que velan en todo momento por una correcta atención de los pacientes en el Servicio.

Gratamente, se puede corroborar que se ha conseguido precisamente esto, proponer mejoras que no entren en confrontación con los criterios previamente mencionados. Así, la firma de dos documentos (Anexo F y G), por parte del Jefe del Servicio y del Director de Gestión del hospital, muestran su aprobación e interés con respecto a todo lo expuesto.

La aplicación de las herramientas y técnicas Lean han supuesto una gran contribución al Servicio en cuestión. El empleo de las Tarjetas Kanban para una gestión eficaz de los inventarios, la elaboración de Mapas de Flujo de Valor para la identificación del valor en los procesos y la búsqueda recurrente de operaciones innecesarias desarrolladas en el Servicio son las líneas que se han seguido durante todo el desarrollo.

La contribución positiva de cada una de las aportaciones previas es notoria.

- En primer lugar, de la gestión eficaz de los inventarios, por medio del uso de las Tarjetas Kanban se obtiene una reducción del tiempo empleado por el Auxiliar de Enfermería en la comprobación del estado de los mismos. Esto es muy valorado por su parte dado que, por ejemplo, le permite emplear el tiempo restante en otras actividades que requieren su dedicación.
- Por medio de los Mapas de Flujo de Valor (VSM) se puede observar cómo es el proceso en su conjunto, adquiriendo una perspectiva global del mismo y señalar fácilmente cuales son los diferentes elementos que lo componen y su

contribución al valor del proceso y, de existir, identificar aspectos susceptibles de mejora.

- Asimismo, de la búsqueda de la eliminación de las operaciones innecesarias en los procesos se puede extraer la oportunidad que se le brinda al Servicio de Radiodiagnóstico de mejorar la calidad asistencial de los pacientes por medio del uso del tiempo que ha sido logrado, fruto de la reducción del tiempo de ocupación de las salas durante las exploraciones.

Todo ello destaca el amplio espectro de mejoras que tienen cabida tras la aplicación de Lean, sin embargo, llevar a cabo un proyecto como el presente no es una tarea sencilla. La aplicación de cada una de las herramientas conlleva una dificultad particular.

- En el caso de la aplicación de las Tarjetas Kanban subyace en la falta de conocimiento del propósito de las mismas por parte del personal, algo que se soluciona mediante una explicación detallada a los profesionales que requieran de su conocimiento y que así se realiza.
- La elaboración de los Mapas de Flujo de Valor (VSM) requieren un examen detallado de los procesos incluidos en estos. Se necesita una gran cantidad de información que no siempre es sencilla de obtener. En primer lugar debido a los múltiples agentes que pueden intervenir en cada proceso y en segundo lugar por la postura, y por tanto el grado de implicación o participación, que se pueda encontrar en cada uno de ellos.
- La búsqueda de problemas en la organización y eliminación de los gastos (“muda”) propugnados en la filosofía Lean lleva a un análisis exhaustivo de las actividades para identificar los puntos de mejora. En esta línea cabe destacar que antes de proponer algo, es importante mostrar los beneficios concretos de las propuestas ya que, por ejemplo, en el caso de la modificación del sistema de citaciones, solamente cuando se presentan los avances conseguidos a raíz de ello se produce un interés por parte del Servicio de Radiodiagnóstico, que no existía cuando se mencionó la posibilidad del cambio en un inicio.

Por todo lo indicado, para conseguir una aplicación satisfactoria de las herramientas Lean a un Servicio es necesario mantener una actitud constructiva en todo momento, orientada siempre al perfeccionamiento de la calidad de la atención al paciente y la mejora de la actividad desarrollada por el profesional. Es de gran importancia hacer ver a los profesionales que lo integran que sus aportaciones son muy válidas para la asimilación de la realidad de los procesos y que, por tanto, contribuyen en gran medida a la identificación de las mejoras necesarias.

5.2. Respecto al Ámbito Organizativo

Para poder orientar la actividad del Servicio hacia una gestión más eficaz de sus recursos se realizan una serie de modificaciones que, una vez especificadas, serán de un manifiesto interés para el hospital.

Tras la realización del análisis de todos los procesos se pudieron señalar varios puntos de mejora. Entre estos se destacan:

- Modificación del Sistema de Citaciones.
- Creación de un Registro para las Salas de Osteoarticular.
- Empleo de Tarjetas Kanban para la gestión de inventarios.

A partir del estado inicial y con la ayuda de las modificaciones citadas se alcanza el objetivo de una gestión más eficaz de los recursos de los que se dispone.

5.2.1. Sistema de Citaciones

Hasta el momento las citas se asignan a cada paciente de forma independiente al tipo de exploración que se tenga que realizar. Esta configuración hace que el número de Set Up de los equipos sea elevado y suponga un tiempo muy considerable si se tiene en cuenta la actividad total del día.

Para su corrección se plantea la posibilidad de que la asignación de las citas sea dependiente del tipo de exploración que se vaya a llevar a cabo en cuanto a la posición en la que se realiza. De esta manera se agruparán en bloques a lo largo del día de tal forma que en determinados intervalos de tiempo solamente se citen pruebas que se realicen en el bucky vertical de la sala o que solamente se realicen en el horizontal.

Dicha agrupación se propone solamente ser aplicable a aquellas exploraciones que sean citadas con una semana o más de antelación con respecto al día en el que se asigna la cita (con el fin de proporcionar un margen adecuado para una correcta planificación) y que suponen el 65% de las exploraciones totales, el resto de las exploraciones deben ser encuadradas a lo largo del día sin tener en cuenta los criterios

concretados. De esta manera se puede asegurar que de las 6 exploraciones asignadas por hora, con arreglo a los 10 minutos estipulados por exploración, 4 se van a poder agrupar, ahorrando el tiempo asociado en dichos casos a tres Set Up del equipo. Tal y como se plantea, en casos reales de agenda, puede resultar en el ahorro de alrededor del 2%, concretamente el 1,94%, del tiempo cada hora. Este porcentaje, extrapolado al resto de los 253 días laborables del año 2015 supone una gran cantidad de tiempo que puede emplearse para otros fines como la mejora de la calidad asistencial que se le presta al paciente o bien atender a un mayor número de pacientes entre lo que los profesionales del servicio establecerán un balance óptimo en base a sus criterios.

Con arreglo a lo expuesto en la siguiente Tabla 5-1 se plasman los resultados obtenidos.

Tabla 5-1. Resultados de la Modificación del Sistema de Citaciones.

Exploraciones que pueden ser agrupadas	65%
Ahorro / hora	1,94%
Tiempo total de ahorro proyectado / día	6,4 minutos

5.2.2. Registro de Pacientes para las Salas de Osteoarticular

En las Salas de Osteoarticular el Técnico de Radiología, según se encuentra planteado, debe hacerse cargo de la gestión de los volantes médicos de los pacientes de tal manera que pueda ir recibiendo en la sala a medida que se van realizando las exploraciones.

Para su correcto funcionamiento el Técnico debe desplazarse desde la sala en la que se encuentra hasta la sala de espera que se le asigna. Una vez allí realiza el llamamiento de los pacientes que tiene asignados para cada momento y recoge los volantes médicos de los presentes. Luego regresa a la sala inicial y puede comenzar a llamar por orden a los pacientes.

Dado que es una tarea ajena a su actividad principal se busca una solución al respecto y que pasa por la creación de un Registro en la sala de espera. En ella un Auxiliar de Enfermería será el encargado de la completa gestión de los volantes mencionados y de su distribución a cada Técnico según corresponda.

5.2.3. Tarjetas Kanban

La implantación de un sistema de tarjetas Kanban para la gestión del inventario de fichas de consentimientos informados para el T.A.C. de Urgencias supone una producción más ajustada y que, sobretodo, evite que se produzcan paros en la realización de las exploraciones.

Hoy por hoy el modelo de gestión de dichas fichas de consentimiento supone un mal uso de, en este caso, el tiempo del personal asignado a ello. El Auxiliar de Enfermería, que es el encargado de su control, debe ir cada hora al subalmacén en el que se guardan las fichas y ver si es necesario la reposición de alguno de estos materiales. Esto genera un desplazamiento y tiempo invertidos que deberían ser evitados.

Asimismo, en ocasiones, se puede producir un agotamiento de las existencias del material mencionado incluso antes de que se pueda percatar el Auxiliar. En estos casos se produce un paro en los procesos ya que no se puede realizar una prueba de estas características si la ficha para el consentimiento informado no se le ha presentado, de forma previa, al paciente para su firma.

De esta manera, por medio del uso de las tarjetas Kanban, el Auxiliar de Enfermería encargado de su gestión, no tiene que emplear más del tiempo necesario en esta tarea. Son las tarjetas en el casillero de la puerta de su departamento las que le informan de las impresiones que se deben realizar, en lugar de tener que emplear tiempo en continuamente revisar el estado del inventario y, por tanto, ya no se produce el caso de que se deban parar las exploraciones para conseguir dichos consentimientos y poder proceder con las pruebas.

Una vez se instala el casillero y las tarjetas mencionadas se ponen en circulación el Auxiliar de Enfermería puede focalizar su atención en otras tareas dado que ya observará este en el casillero en qué momento es necesario que proceda con la impresión de más fichas de consentimiento.

5.3. Respecto al Ámbito Tecnológico

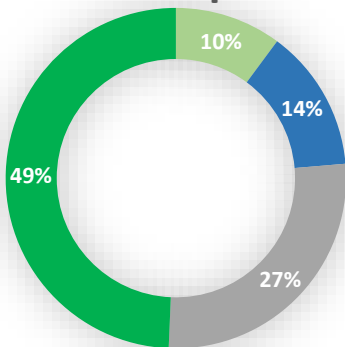
El análisis del proceso de atención al paciente conlleva también que se exploren ciertos aspectos como los tiempos empleados durante la exploración en la Sala.

Las salas estudiadas de Osteoarticular emplean mecanismos de trabajo poco actualizados, que se traduce en un gasto de tiempo considerable si se examinan.

Actualmente se emplean unos equipos con tecnología digital indirecta (CR). En estos es necesario invertir tiempo en la Colocación del Chasis para la obtención de la imagen; la digitalización de la misma y el Set up del equipo en función de la prueba a realizar cuando corresponda.

Durante la exploración la distribución de tiempos es la mostrada en el Figura 5-1.

Distribución de Tiempos Actuales
Durante la Exploración



■ Set Up del equipo ■ Colocación de Chasis ■ Digitalización ■ Tiempo asistencial

Figura 5-1. Distribución de Tiempos Durante la Exploración.

Como se representa en la tabla expuesta a continuación (Tabla 5-2) un 51% del tiempo es empleado en actividades no asistenciales.

Tabla 5-2. Distribución de Tiempos en la Exploración.

Tiempo Asistencial	49%	
Tiempo No Asistencial	10%	51%
	14%	
	27%	

Tras esta observación se pretende disminuir el porcentaje de tiempo no asistencial empleado. Para ello se valora una actualización del tipo de tecnología con la que cuentan estas salas. Con el fin de evaluar y observar los cambios que supondrían la mejora de la tecnología de dichas salas, se presta atención a los procesos en las salas donde se realizan las exploraciones radiológicas de Tórax.

Las salas para las exploraciones radiológicas de Tórax poseen equipos de radiología digital directa. Con estos equipos el técnico de radiología no tiene que manipular ningún tipo de chasis para la obtención de la imagen dado que se muestran las imágenes de forma directa en las pantallas habilitadas en las salas para dicho propósito. De esta manera no es necesario invertir tiempo en la colocación del chasis correspondiente cada vez y, además, se puede ver de forma prácticamente instantánea si la exploración es satisfactoria, sin hacer que el paciente espere por dicho resultado.

Por otro lado, la facilidad de movimiento que poseen, (dado el mayor grado de automatización con el que cuentan) hace que sea más rápida la puesta a punto del equipo para cada exploración y que el esfuerzo físico del técnico de radiología empleado en dichas acciones se reduzca. Si bien, no es posible trasladar literalmente la duración de estas exploraciones al resto, como ocurre con el caso de las llevadas a cabo en las salas de Osteoarticular, dada la simplicidad en la colocación del paciente para este tipo de pruebas.

En la Figura 5-2 se muestra un gráfico con la situación final de la distribución de tiempos durante la exploración de llevarse a cabo la actualización de la tecnología presente.

Nueva Distribución de Tiempos Durante la Exploración

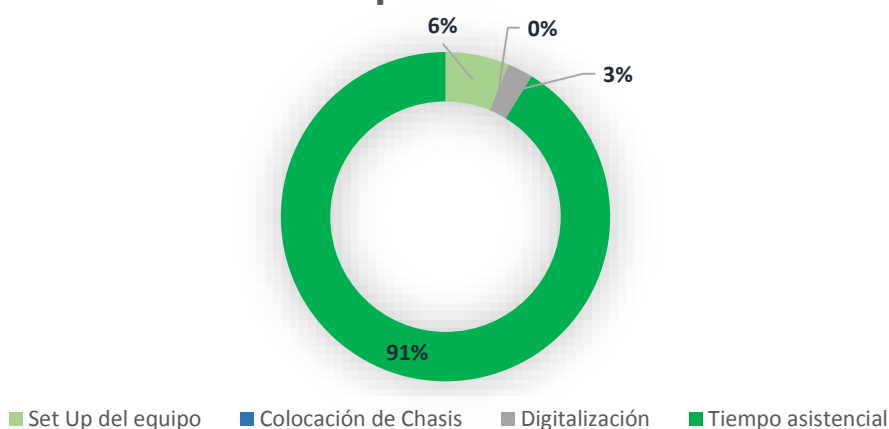


Figura 5-2. Nueva Distribución de Tiempos Durante la Exploración.

Por su parte en la Tabla 5-3 se representan los avances realizados al pasar de un tipo de tecnología a otro.

Tabla 5-3. Tecnología Digital Directa Frente a la Indirecta.

Operación	Tecnología Digital Indirecta (min)	Tecnología Digital Directa (min)
Set Up del Equipo	0,75	0,25
Colocación del Chasis	1	0
Digitalización	2	0,1
Tiempo Asistencial	3,65	3,65
TOTAL	7,4	4
Porcentaje de Tiempo Ahorrado	46%	

Es importante destacar que esta, aunque de muy alto interés para el servicio, es la que mayor inversión requiere.

Para su realización se buscan dos opciones a este avance tecnológico que son:

- La obtención de unos equipos nuevos, totalmente digitales directos, que serán la opción más costosa a nivel económico.
- Realizar lo que se denomina digitalización de los equipos existentes, que representa un punto intermedio y, por consiguiente, más asequible pero que sigue aportando los beneficios que suponen la adquisición del equipo nuevo a nivel de funcionamiento y con el que se pueden acometer las mejoras propuestas.

Dichas opciones se ilustran en la Figura 5-3.



Figura 5-3. Equipo Digital Directo de dos Flat panel (izq.) & Flat panel (dcha.)

Tras la realización de un análisis de los costes reales de ambas opciones y, teniendo en cuenta el objetivo último que es el de simplificar el proceso de la exploración, se opta por la digitalización de la sala como la mejor opción.

El coste de una Sala digital directa nueva con dos “flat panel” se sitúa en los 182,000.00 euros (Sin I.V.A.) mientras que el coste de la implantación de “flat panels” sobre el equipo convencional (digitalización de la sala) está presupuestado en 90,000.00 euros brutos (Sin I.V.A. añadido) como se puede comprobar en los Anexos D y E.

Una vez conocidos dichos datos es posible visualizar la ventaja que mencionábamos de la digitalización frente a la adquisición de un nuevo equipo en la Figura 5-4. En ella se muestra también el precio de la digitalización con un flat panel aunque no es de interés, dado que el flat panel tendría que ser manipulado de nuevo, y de forma frecuente, entre los buckys y, de producirse un percance, el coste para su reemplazamiento sería excesivo.

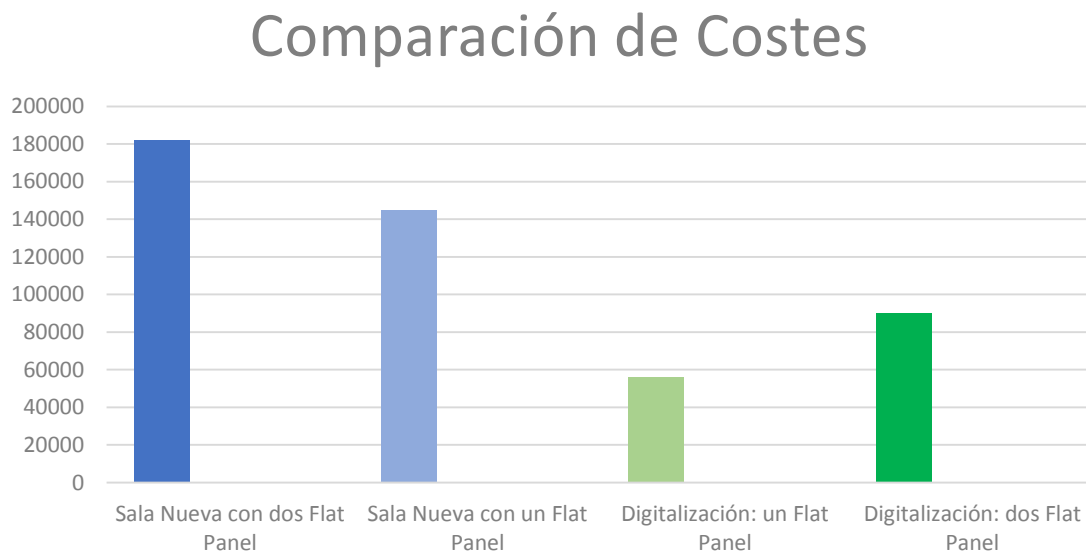


Figura 5-4. Comparación de Costes de las Opciones Tecnológicas Propuestas.

Finalmente destacar el amplio potencial de las medidas presentadas en su conjunto para los procesos desarrollados durante el proyecto, dado que, tanto para el proceso tras la cita pedida por parte del Médico de Cabecera como para el proceso seguido tras la citación por parte del Médico de Consultas Externas (en modo de cita con urgencia) se produce un amplio ahorro de tiempo como se refleja en la Tabla 5-4.

Tabla 5-4. Comparación de Tiempos Iniciales y Finales.

	Tiempo Inicial (min)	Tiempo Final (min)	Porcentaje de Tiempo Reducido
Proceso iniciado por el Médico de Cabecera	17,9	11,6	35,2%
Proceso iniciado por el Médico de Consultas Externas (Con Urgencia)	35,9	29,6	17,5%

5.4. Futuros Desarrollos

La implantación de una metodología como Lean en un entorno que, hasta el momento, era ajeno a ella, como el caso del Servicio de Radiodiagnóstico en el Hospital Universitario Ramón y Cajal, supone un esfuerzo añadido dado que no solamente se trata de su aplicación sino de familiarizar a los profesionales con este tipo de conceptos.

El hospital junto con el Servicio, deberán llevar a cabo una serie de pasos de cara a la aplicación de todo lo expuesto. Para ello, en todo momento, será necesario contar con la aprobación por parte de los organismos de gestión con respecto a cada una de las medidas propuestas.

Las líneas de acción que se deben llevar a cabo son las siguientes:

- En primer lugar se debe formar a los profesionales que trabajan en el Servicio en este tipo de técnicas para que se comprenda de una manera amplia el alcance y las contribuciones añadidas que pueden proporcionar a sus actividades diarias. Para ello, de la misma manera que se imparten sesiones formativas acerca de los diferentes aspectos que conciernen a la actividad de los colectivos que integran el Servicio, serán apropiados unos cursos de formación sobre Lean y sus herramientas. Estos deben ser llevados a cabo por profesionales familiarizados con su uso y no solamente proporcionando la base teórica sino ilustrando, por medio de ejemplos existentes, el beneficio que producen.
- En el caso de la Modificación del Sistema de Citaciones es necesario comunicar el planteamiento expuesto al Servicio encargado de la gestión de recursos

informáticos del hospital (Servicio de Informática). Este, junto con los responsables del mantenimiento del sistema de información radiológica (RIS) y el propio Servicio de Radiodiagnóstico deberán reproducir el comportamiento deseado para este nuevo modelo de Sistema de Citaciones de acuerdo con la perspectiva planteada.

- Para la implantación del sistema de Tarjetas Kanban y del Registro de Pacientes en la Sala de Espera de Osteoarticular basta con llevar a cabo la adquisición de un casillero en el que ubicar las tarjetas que se empleen y realizar la incorporación de un lugar físico en el que llevar a cabo la identificación y recolección de volantes de los pacientes que se vayan incorporando, respectivamente.
- Los cambios relativos a los equipos de radiología digital indirecta deben ser priorizados dado el notable beneficio que conlleva para el Servicio su actualización. Tras hacer saber cuáles son las conclusiones de la digitalización de las salas en términos de tiempos y procesos que serán mejorados, el Jefe de Servicio propone, por su parte, emplear los datos recabados como medida adicional a otras (que ya se han usado previamente) como puede ser la mayor calidad de la nueva imagen obtenida o el mantenimiento al que están sujetos los equipos actuales para que el órgano de dirección considere los beneficios en todos los ámbitos a los que puede favorecer una inversión en este campo.

Aparte y siguiendo con el espíritu de mejoras en el Servicio tras la realización del Trabajo, cabe destacar los siguientes puntos:

- Es necesario llevar a cabo una actualización de los tiempos asignados a la realización de las exploraciones. Una actualización de la tecnología como la que se ha planteado supone una reducción considerable de los tiempos empleados en los estudios tal y como se ha podido observar. Por ello el Servicio de Radiodiagnóstico debe, en función de criterios como la calidad asistencial que se presta a los pacientes o el número de estos atendidos de forma diaria, considerar la implantación de nuevos intervalos para cada tipo de exploración en función de sus características particulares.
- Asimismo es de interés considerar la digitalización de la forma en la que el paciente es llamado para su paso por la cabina. El paciente, una vez pasa por el Registro se le debe asignar un número que, a su vez, se tiene que ver reflejado en el volante médico que entrega. En la sala de espera se debe instalar un panel electrónico en el cual, cuando el Técnico de Radiología considera que el paciente puede proceder a desvestirse en la cabina, hace aparecer el número

correspondiente al paciente llamado. De esta manera, se evita que el Técnico de Radiología deba invertir tiempo llamando al paciente en cuestión personalmente.

Por último, tras todo ello, destacar el amplio campo de desarrollo que tienen todas las propuestas expuestas. Su aplicabilidad se puede extender, no solo a otras modalidades radiológicas, según convenga, sino a otros Servicios del hospital. Alguno de los ejemplos claros de ello son el Servicio de Urgencias y los laboratorios del hospital.

En el Servicio de Urgencias hay presente una gran interacción entre el personal, los pacientes y los procesos que se llevan a cabo en él. Estos tres elementos se encuentran presentes, también, en el Servicio de Radiodiagnóstico, factor por el cual el impacto positivo fruto de la aplicación de las herramientas Lean, de llevarse a cabo, sería igualmente considerable.

Por su parte, el elevado grado de automatización presente en los laboratorios de un hospital, hace que los procesos existentes en él se puedan igualmente asemejar a los propios de una industria. Dada dicha afinidad, de la misma manera, se puede destacar el carácter positivo de las contribuciones que una aplicación de las técnicas y herramientas Lean tendrían en este otro campo.

Referencias

- [1] W.H.O. "Global Health Expenditure Database", *Apps.who.int*, 2015 [en línea]. Disponible en: <http://apps.who.int/nha/database/Select/Indicators/en> [Consulta: 30 enero 2015].
- [2] J. B. Kruskal, A. Reedy, L. Pascal, M. P. Rosen, P. M. Boisselle, "Quality Initiatives: Lean Approach to Improving Performance and Efficiency in a Radiology Department" *RadioGraphics*, Vol.32, nº2, pp.573-587, marzo 2012. DOI: 10.1148/rg.322115128.
- [3] Institute for Healthcare Improvement, *Going Lean in Healthcare*. IHI Innovation Series white paper. Cambridge, MA: Institute for Healthcare Improvement, 2005.
- [4] J. S. Toussaint, L. L. Berry. "The Promise of Lean in Health Care", *Mayo Clinic Proceedings*, Vol. 88, nº 1, pp.74-82, 2013. DOI: 10.1016/j.mayocp.2012.07.025.
- [5] N. Westwood & K. Silvester. "Eliminate NHS losses by adding Lean and some Six Sigma", *Operations Management*, Vol. 33, nº 5, pp.26-30, 2007.
- [6] Hospital Universitario Ramón y Cajal. "Memoria 2013", *madrid.org*, 2013 [en línea]. Disponible en: http://www.madrid.org/cs/Satellite?cid=1142423553313&language=es&pagename=HospitalRamonCajal%2FPage%2FHRYC_contenidoFinal [Consulta: 28 diciembre 2014].
- [7] J. G. Murcia, et al. "La Previsión Social en España: Del Instituto Nacional de Previsión al Instituto Nacional de Seguridad Social", *seg-social.es*, 2007 [en línea] Disponible en: <http://www.seg-social.es/prdi00/groups/public/documents/binario/115798.pdf> [Consulta: 10 febrero 2015].
- [8] Constitución Española, 1978. *Título I relativo a "De los derechos y deberes fundamentales", Capítulo Tercero relativo a "De los principios rectores de la política social y económica", Art. 43. Apart. 1.*
- [9] España, 1986. LEY 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad. *Boletín Oficial del Estado* [en línea]. 29 abril 1986, nº102, pp.15207-15224. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/1986/04/29/pdfs/A15207-15224.pdf> [Consulta: 10 febrero 2015].
- [10] Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. "Sistema Nacional de Salud. España 2012", *msssi.gob.es*, 2012 [en línea]. Disponible en: http://www.msssi.gob.es/organizacion/sns/docs/sns2012/SNS012_Espanol.pdf [Consulta 07 febrero 2015].

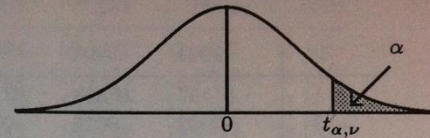
- [11] Instituto Nacional de Estadística (INE). “Profesionales sanitarios colegiados 2014”, *ine.es*, 2015 [en línea]. Disponible en:
<http://www.ine.es/jaxi/tabla.do?path=/t15/p416/a2014/l0/&file=s01001.px&type=pcaxis&L=0> [Consulta: 24 junio 2015].
- [12] Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. “Ordenación Sanitaria del Territorio en las Comunidades Autónomas. Sistema de Información de Atención Primaria (SIAP)”, *msssi.gob.es*, 2014 [en línea]. Disponible en:
http://www.msssi.gob.es/estadEstudios/estadisticas/docs/siap/1Ord_san_territ_2014.pdf [Consulta: 10 febrero 2015].
- [13] Hospital Universitario Ramón y Cajal. “Área Ambulatoria. Hospital Universitario Ramón y Cajal”, *madrid.org*, 2015 [en línea]. Disponible en:
http://www.madrid.org/cs/Satellite?cid=1142436026373&language=es&pagename=HospitalRamonCajal%2FPage%2FHRYC_contenidoFinal [Consulta: 9 febrero 2015].
- [14] C. C. Álvarez Nebreda, *Glosario de términos para la administración y gestión de los servicios sanitarios*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 1998.
- [15] C. F. Mugarra González & M. Chavarría Díaz. “La Radiología Digital: Adquisición de imágenes”, *Informática y Salud*, nº45, pp.33-40, marzo 2004.
- [16] Fujifilm. “FCR PROPECT CS”, *fujifilm.eu*, 2003 [en línea]. Disponible en:
<http://www.fujifilm.eu/es/productos/sistemas-medicos/radiologia-computerizada/p/fcr-propect-cs/> [Consulta: 29 abril 2015].
- [17] R. Shah, P. T. Ward, “Defining and developing measures of lean production”, *Journal of Operations Management*, Vol.25, nº4, pp.785-805, junio 2007. DOI: 10.1016/j.jom.2007.01.019.
- [18] F. Marín, J. Delgado, “Las técnicas justo a tiempo y su repercusión en los sistemas de producción”, *Economía Industrial*, nº331, pp.35-41, 2000.
- [19] K. T. Aakre, T. B. Valley, M. K. O'Connor, “Quality Initiatives: Improving Patient Flow for a Bone Densitometry Practice: Results from a Mayo Clinic Radiology Quality Initiative”, *RadioGraphics*, Vol.30, nº2, pp.309-315, marzo 2010. DOI: 10.1148/rg.302095735.
- [20] M. Rother & J. Shook, *Learning to See*, 3ª ed. Brookline, Massachusetts, USA: Lean Enterprise Institute, 2003.

- [21] Manufactus Manufacturing solutions. "Kanban System and Pull Control", *kanban-system.com*, 2014 [en línea]. Disponible en: <http://www.kanban-system.com/kanban-system-and-pull-control/> [Consulta: 27 enero 2015].
- [22] I. González Álvarez. "Gestión por procesos en Radiología", *Todo Hospital*, Vol.26, nº237, pp.324-333, junio 2007.
- [23] Consejería de Salud, *GUÍA DE DISEÑO Y MEJORA CONTINUA DE PROCESOS ASISTENCIALES*. Sevilla: Consejería de Salud, 2001.
- [24] S.-P. Tu, S. Feng, R. Storch, M.-P. Yip, H. Sohng, M. Fu, & A. Chun, "Applying Systems Engineering to Implement an Evidence-based Intervention at a Community Health Center", *Journal of Health Care for the Poor and Underserved*, Vol. 23, nº4, pp.1399-1409, noviembre 2012. DOI: 10.1353/hpu.2012.0190.
- [25] Logipro. "Gestione Kanban", *logipro.it*, 2014 [en línea]. Disponible en: http://www.logipro.it/wp-content/uploads/2014/11/kanban_tabula.jpg [Consulta: 22 abril 2015].
- [26] SERAM. "Segunda Edición Catálogo", *seram.es*, 2000 [en línea]. Disponible en: http://seram.es/modules.php?name=documentos&lang=ES&docuclick=5&document=catalogo_exp_radio_2000.pdf&iddocument=30&idwebstructure=208&op=getDocument [Consulta: 25 marzo 2015].
- [27] SERAM. "Tercera Edición del Catálogo de Exploraciones Radiológicas", *seram.es*, 2004 [en línea]. Disponible en: http://seram.es/modules.php?name=documentos&lang=ES&docuclick=4&document=catalogo_expl_radio2004.pdf&iddocument=29&idwebstructure=208&op=getDocument [Consulta: 25 marzo 2015].
- [28] SERAM. "Catálogo SERAM", *seram.es*, 2009 [en línea]. Disponible en: http://seram.es/modules.php?name=documentos&lang=ES&docuclick=3&document=catalogo_seram2009.pdf&iddocument=28&idwebstructure=208&op=getDocument [Consulta: 25 marzo 2015].
- [29] M. A. Trapero, I. González, J. C. Albillos. "Gestión de Servicios de Diagnóstico por Imagen", en Temes JL editor. *Gestión Hospitalaria*. Madrid: Mc Graw Hill/Interamericana, 2002.
- [30] Fujifilm. "FDR D-EVO G43i/s", *fujifilm.com* [en línea]. Disponible en http://www.fujifilm.com/products/medical/digital_radiography/fdr_devo_g43/img/index/pic_features_01.jpg [Consulta: el 22 junio 2015].

ANEXOS

Anexo A. Tabla de T de Student


This table contains critical values $t_{\alpha,\nu}$ for the t distribution defined by $P(T \geq t_{\alpha,\nu}) = \alpha$.



ν	.20	.10	.05	.025	.01	α	.005	.001	.0005	.0001
1	1.3764	3.0777	6.3138	12.7062	31.8205	63.6567	318.3088	636.6192	3183.0988	
2	1.0607	1.8856	2.9200	4.3027	6.9646	9.9248	22.3271	31.5991	70.7001	
3	.9785	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8409	10.2145	12.9240	22.2037	
4	.9410	1.5332	2.1318	2.7764	3.7469	4.6041	7.1732	8.6103	13.0337	
5	.9195	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321	5.8934	6.8688	9.6776	
6	.9057	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074	5.2076	5.9588	8.0248	
7	.8960	1.4149	1.8946	2.3646	2.9980	3.4995	4.7853	5.4079	7.0634	
8	.8889	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554	4.5008	5.0413	6.4420	
9	.8834	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498	4.2968	4.7809	6.0101	
10	.8791	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693	4.1437	4.5869	5.6938	
11	.8755	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058	4.0247	4.4370	5.4528	
12	.8726	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545	3.9296	4.3178	5.2633	
13	.8702	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123	3.8520	4.2208	5.1106	
14	.8681	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768	3.7874	4.1405	4.9850	
15	.8662	1.3406	1.7531	2.1314	2.6025	2.9467	3.7328	4.0728	4.8800	
16	.8647	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208	3.6862	4.0150	4.7909	
17	.8633	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982	3.6458	3.9651	4.7144	
18	.8620	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784	3.6105	3.9216	4.6480	
19	.8610	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609	3.5794	3.8834	4.5899	
20	.8600	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453	3.5518	3.8495	4.5385	
21	.8591	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314	3.5271	3.8192	4.4929	
22	.8583	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8187	3.5050	3.7921	4.4520	
23	.8575	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073	3.4850	3.7676	4.4152	
24	.8569	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7969	3.4668	3.7454	4.3819	
25	.8562	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874	3.4502	3.7251	4.3517	
26	.8557	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787	3.4350	3.7066	4.3240	
27	.8551	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707	3.4210	3.6896	4.2987	
28	.8546	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633	3.4081	3.6739	4.2754	
29	.8542	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564	3.3962	3.6594	4.2539	
30	.8538	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500	3.3852	3.6460	4.2340	
40	.8507	1.3031	1.6839	2.0211	2.4233	2.7045	3.3069	3.5510	4.0942	
50	.8489	1.2987	1.6759	2.0086	2.4033	2.6778	3.2614	3.4960	4.0140	
60	.8477	1.2958	1.6706	2.0003	2.3901	2.6603	3.2317	3.4602	3.9621	
120	.8446	1.2886	1.6577	1.9799	2.3578	2.6174	3.1595	3.3735	3.8372	
∞	.8416	1.2816	1.6449	1.9600	2.3263	2.5758	3.0902	3.2905	3.7190	

Anexo B. Catálogo SERAM

En este Anexo B solamente se incluyen aquellos procedimientos relativos a las Traumatología dado que el Catálogo completo abarca exploraciones que no son objeto del Proyecto. El catálogo en su totalidad se encuentra referenciado en el Capítulo de Referencias.

									
		CATÁLOGO EXPLORACIONES SERAM 2009			ADULTOS		PEDIATRÍA		
	COD	PROCEDIMIENTO	TIEMPO OCUPACIÓN SALA	TIEMPO MÉDICO	URV	URA	URV- P	URA- P	
		RADIOLOGÍA SIMPLE							
10		TÓRAX							
	70101	TÓRAX, PA	5'	5'	0,94	0,94	1,16	1,23	
	70102	TÓRAX, PA Y LAT	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35	
	70103	PROYEC. ESPECIALES DE TÓRAX: DECÚBITOS, LORDÓTICAS	5'	5'	0,94	0,94	1,16	1,23	
	70311	PARRILLA COSTAL	5'	5'	0,94	0,94	1,16	1,23	
	70312	ESTERNÓN	8'	5'	1,11	1,12	1,45	1,58	
	70106	PARRILLA COSTAL AP Y OBLICUAS	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35	
11		EXPLORACIONES ESPECIALES DE TÓRAX							
	70113	REALIZACIÓN DE FLUOROSCOPIA	10'	10'	1,70	1,89	1,70	1,89	

12		EXPLORACIONES CON PORTÁTIL						
	70121	TÓRAX PORTÁTIL	20'	5'	2,62	2,97	2,62	2,97
	70122	OTRAS EXPLORACIONES CON PORTÁTIL	20'	5'	2,62	2,97	2,62	2,97
13		EXPLORACIONES EN QUIRÓFANO						
	70131	EXPLORACIONES QUIRÓFANO TRAUMATOLÓGICAS	40'		2,42	2,33	2,42	2,33
	70132	EXPLORACIONES QUIRÓFANO DIGESTIVO	20'	10'	2,25	2,47	2,25	2,47
	70133	EXPLORACIONES QUIRÓFANO UROLÓGICAS	20'		1,31	1,16	1,31	1,16
	70134	EXPLORACIONES QUIRÓFANO NEUROLÓGICAS	20'		1,31	1,16	1,31	1,16
	70135	EXPLORACIONES QUIRÓFANO TÓRAX	20'	10'	2,25	2,47	2,25	2,47
	70136	EXPLORACIONES QUIRÓFANO VASCULAR	20'	10'	2,25	2,47	2,25	2,47
		RADIOLOGÍA ÓSEA						
20		CRÁNEO Y CARA						
	70201	MANDÍBULA DOS PROYECCIONES	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
	70202	MASTOIDES CUATRO PROYECCIONES	14'	5'	1,45	1,47	2,04	2,28
	70203	SENOS PARANASALES	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
	70204	HUESOS PROPIOS DE LA NARIZ	5'	5'	0,94	0,94	1,16	1,23
	70205	CARA, ÓRBITA, HENDIDURA ESFENOIDAL ETC..	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
	70206	CRÁNEO AP Y LAT	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35

	70207	ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR (BA/BC) BILATERAL	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
	70214	SILLA TURCA	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
	70215	CUELLO PARTES BLANDAS/ CAVUM	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
21		ORTOPANTOMOGRFÍA CEFALOMETRÍA						
	70211	ORTOPANTOMOGRFÍA	8'	5'	1,11	1,12	1,11	1,12
	70212	CEFALOMETRÍA	8'	5'	1,11	1,12	1,11	1,12
	70213	DENTAL INDIVIDUAL, INTRABUCAL	8'	5'	1,11	1,12	1,11	1,12
30		COLUMNA						
	70208	COLUMNA CERVICAL AP Y LAT.	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
	70209	COLUMNA CERVICAL OBLICUAS	8'	5'	1,11	1,12	1,45	1,58
	70210	COLUMNA CERVICAL FLEXO-EXT.	8'	5'	1,11	1,12	1,45	1,58
	70301	CHARNELA DORSO-LUMBAR	8'	5'	1,11	1,12	1,45	1,58
	70302	COLUMNA DORSAL, A-P Y LAT.	8'	5'	1,11	1,12	1,45	1,58
	70303	COLUMNA DORSAL, OTRAS PROYECCIONES	8'	5'	1,11	1,12	1,45	1,58
	70304	COLUMNA LUMBOSACRA, AP y LAT.	8'	5'	1,11	1,12	1,45	1,58
	70305	COLUMNA LUMBOSACRA AP, LAT Y OBLICUAS	14'	5'	1,45	1,47	2,04	2,28
	70314	COLUMNA LUMBOSACRA FLEXO-EXT.	8'	5'	1,11	1,12	1,45	1,58
	70306	SACROCOXIS, AP y LAT.	8'	5'	1,11	1,12	1,45	1,58

32		COLUMNA TOTAL/MEDICIÓN DE MIEMBROS (TELERRADIOGR.)						
	70321	COLUMNA TOTAL, 1 PROYECCIÓN	7'	5'	1,06	1,06	1,35	1,47
	70322	COLUMNA TOTAL, BIPEDESTACIÓN, AP Y LAT	12'	5'	1,33	1,35	1,84	2,05
	70323	COLUMNA TOTAL: TEST DE BENDING	12'	5'	1,33	1,35	1,84	2,05
	70324	MENSURACIÓN DE MIEMBROS	7'	5'	1,06	1,06	1,35	1,47
40		EXTREMIDADES SUPERIORES						
	70401	CLAVÍCULA	7'	5'	1,06	1,06	1,35	1,47
	70416	ARTICULACIÓN ESTERNO CLAVICULAR	7'	5'	1,06	1,06	1,35	1,47
	70402	ESCÁPULA	7'	5'	1,06	1,06	1,35	1,47
	70403	HOMBRO AP y AXIAL O ROTACIONES	7'	5'	1,06	1,06	1,35	1,47
	70417	HOMBRO, DESFILADERO SUBACROMIAL	7'	5'	1,06	1,06	1,35	1,47
	70404	AMBOS HOMBROS 2 PROYECCIONES	11'	5'	1,28	1,29	1,74	1,93
	70405	HÚMERO AP y LAT.	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
	70418	HÚMERO AP y TRANSTORÁCICA	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
	70406	CODO, AP Y LAT	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
	70407	ANTEBRAZO AP y LAT	5'	5'	0,94	0,94	1,16	1,23
	70408	MUÑECA, AP Y LAT	5'	5'	0,94	0,94	1,16	1,23
	70419	MUÑECA, DINÁMICAS	5'	5'	0,94	0,94	1,16	1,23

	70409	MUÑECA ESCAFOIDES	7'	5'	1,06	1,06	1,35	1,47
	70410	MUÑECA, 1 PROYECCIÓN	5'	5'	0,94	0,94	1,16	1,23
	70411	MANOS, 1 PROYECCIÓN	5'	5'	0,94	0,94	1,16	1,23
	70412	MANO, PA Y OBLICUA	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
	70413	DEDOS, AP Y LAT	5'	5'	0,94	0,94	1,16	1,23
42		EXTREMIDADES INFERIORES						
	70307	PELVIS, AP	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
	70308	PELVIS AP Y OBLICUAS	12'	5'	1,33	1,35	1,84	2,05
	70309	SACROILÍACAS PA.	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35

	COD	PROCEDIMIENTO	TIEMPO OCUPACIÓN SALA	TIEMPO MÉDICO	URV	URA	URV- P	URA- P
	70310	SACROILÍACAS PA Y OBLICUAS	14'	5'	1,45	1,47	2,04	2,28
	70421	CADERA AP	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
	70422	CADERA AP Y AXIAL	8'	5'	1,11	1,12	1,45	1,58
	70438	CADERA ALAR Y OBTURATRIZ	8'	5'	1,11	1,12	1,45	1,58
	70423	FÉMUR AP Y LAT	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
	70424	RODILLA, AP Y LAT	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
	70425	RODILLA, AP, LAT Y OBLICUAS	8'	5'	1,11	1,12	1,45	1,58
	70426	RODILLA , AP, LAT Y AXIAL	10'	8'	1,51	1,62	1,93	2,20

	70439	ROTULA AXIAL	5'	5'	0,94	0,94	1,16	1,23
	70440	RODILLA INTERCONDÍLEA	5'	5'	0,94	0,94	1,16	1,23
	70441	RODILLAS EN CARGA	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
	70427	RODILLAS BILATERAL	10'	8'	1,51	1,62	1,93	2,20
	70428	TIBIA-PERONÉ AP Y LAT	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
	70429	TOBILLO, AP. Y LAT	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
	70430	TOBILLO VARO / VALGO	8'	5'	1,11	1,12	1,45	1,58
	70442	TOBILLO AP Y MORTAJA	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
	70443	TOBILLOS EN CARGA	8'	5'	1,11	1,12	1,45	1,58
	70431	PIE AP y OBLICUA	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
	70433	CALCÁNEO, LAT Y AXIAL	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
	70444	DEDO DEL PIE	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
	70434	AMBOS PIES, AP	5'	5'	0,94	0,94	1,16	1,23
	70435	AMBOS PIES, AP Y OBLICUAS	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
	70436	PIES EN CARGA	14'	5'	1,45	1,47	2,04	2,28
43		SERIES ÓSEAS						
	70801	SERIE ÓSEA COMPLETA	18'	10'	2,14	2,35	2,90	3,40
	70802	SERIE ÓSEA ONCOLÓGICA	18'	10'	2,14	2,35	2,90	3,40
	70803	SERIE ÓSEA MALTRATADO	30'	15'			4,55	5,44

	70804	SERIE ÓSEA POLIMALFORMADO	30'	15'			4,55	5,44
	70805	SERIE ÓSEA METABÓLICA (CORTA)	12'	8'			2,13	2,44
45		DENSITOMETRÍA						
	70451	DENSITOMETRÍA DE COLUMNA LUMBAR AP (DEXA)	8'	5'	1,04	1,12	1,04	1,12
	70452	DENSITOMETRÍA DE COLUMNA LUMBAR LAT (DEXA)	8'	5'	1,04	1,12	1,04	1,12
	70453	DENSITOMETRÍA DE FÉMUR PROXIMAL CADERA (DEXA)	8'	5'	1,04	1,12	1,04	1,12
	70454	DENSITOMETRÍA CUERPO TOTAL (DEXA)	10'	5'	1,13	1,23	1,13	1,23
	70455	DENSITOMETRÍA RADIO CÚBITO (DEXA)	8'	5'	1,04	1,12	1,04	1,12
	70456	DENSITOMETRÍA CALCÁNEO (DEXA)	8'	5'	1,04	1,12	1,04	1,12
	70457	DENSITOMETRÍA DE FALANGE (DEXA)	5'	5'	0,90	0,94	0,90	0,94
50		ABDOMEN						
	70501	ABDOMEN SIMPLE AP	6'	5'	1,00	1,00	1,25	1,35
	70502	ABDOMEN SIMPLE Y DECÚBITO O BIPE	12'	5'	1,33	1,35	1,84	2,05

Anexo C. Pliego Técnico

**ARABAKO UNIBERTSITATE OSPITALEAN ERRADIOLOGIA DIGITAL
ZUZENEKO GELA HORNITZEA (OS10) / SALA DE RADIOLOGÍA DIGITAL
DIRECTA PARA HOSPITAL UNIVERSITARIO ARABA (OS10)**

**ZERBITZU-
EMALEA/
SERVICIO
DE:**

E.O.Z.E.Z. – HORNIDURAK

S.C.O.S.E. – EQUIPAMIENTOS

GASTUAREN GEHIENEZKO ZENBATEKOA/

IMPORTE MÁXIMO DEL GASTO:

180.000,00 € sin IVA

194.400,00 € con IVA

ESP. ZK.:

EXPTE. Nº.:

DESCRIPCIÓN DE LOTES

Lote	Descripción	Centro	Unidades	Importe sin	Importe con
1	Sala de Radiología Digital Directa.	H. U. A.	1	180.000,00 €	194.400,00 €
Total ...				180.000,00 €	194.400,00 €

Ofertas:

- Una oferta base.
- No se admiten variantes.

Plazo de entrega:

- A demanda del centro de destino y, en cualquier caso, antes de 31 de diciembre de 2012.

Pago:

- Un único pago por lote, a la entrega del equipamiento y previa conformidad del centro de destino.

CRITERIOS DE VALORACIÓN POR JUICIO DE VALOR.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.	35
<p>Mesa paciente.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Composición y absorción del tablero de la mesa. ○ Peso máximo soportado del paciente en kilogramos. ○ Dimensiones del tablero en centímetros. ○ Dimensiones del área radiotransparente en centímetros. 	
<p>Bucky Mural.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Ajuste de altura, manual y motorizado, del portadetector con antidifusor contrapesado y de fácil movimiento. Especificar rango de alturas en cm. sobre el suelo. ○ Rango de vasculación continuo sobre el eje horizontal. ○ Antidifusor en Bucky Mural: 	
<p>Detector plano fijo para Bucky Mural.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Estructura, materiales y componentes. ○ Tamaño del detector en centímetros. ○ Resolución en número de píxeles. ○ Tamaño del píxel en micras (μm). ○ Resolución espacial. ○ DQE, Eficiencia de detección cuántica del detector, especificando las condiciones de medida. Se aportará la curva completa de DQE, hasta el límite de frecuencia espacial. 	
<p>Detector plano fijo para mesa.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Estructura, materiales y componentes. ○ Tamaño del detector en centímetros. ○ Resolución en número de píxeles. ○ Tamaño del píxel en micras (μm). ○ Resolución espacial. ○ DQE, Eficiencia de detección cuántica del detector, especificando las condiciones de medida. Se aportará la curva completa de DQE, hasta el límite de frecuencia espacial. ○ Rango dinámico especificando las condiciones de medida. 	

<p>Soporte telescópico del tubo de rayos X.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Rango de desplazamiento longitudinal, transversal y vertical de la suspensión. Indicar distancia mínima al suelo en el desplazamiento vertical. ○ Rotación del Tubo ○ Rotación de la suspensión sobre su eje vertical. ○ Con consola Táctil, o pantalla + teclado con: <ul style="list-style-type: none"> 1. Indicador Distancia Foco Película. 2. Indicador Ángulo de rotación del tubo. 3. Indicador para la posición sobre el eje horizontal. 4. Indicador de información de paciente. 5. Indicación del Tracking (bucky o mesa). 6. Indicador de Autocentrado. 7. Indicador de Autoposicionamiento. 	
<p>Adquisición de imágenes. Automatización de movimientos y sincronización entre el tubo y detector.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Nº de posiciones de equipo preprogramadas y sincronizadas con el programa de órganos. ○ Sincronización Tubo-Detector. <ul style="list-style-type: none"> <i>f</i> Sincronización vertical automática entre emisor y detector con seguimiento del emisor. <i>f</i> Sincronización total entre tubo y detector. <i>f</i> La sincronización entre tubo y detector garantiza que la proyección escogida es la correcta, ya que el ajuste se realiza únicamente desde el tubo y el detector se ajusta automáticamente o viceversa. ○ Sincronización en mesa. <ul style="list-style-type: none"> <i>f</i> Sincronización Longitudinal Mesa: Al desplazar el tubo, el portadetector le sigue automáticamente. <i>f</i> Sincronización Oblicua Mesa: Al angular el tubo sobre la mesa, el portadetector sigue la trayectoria del haz. 	

Estación de imagen y control.	
<ul style="list-style-type: none"> ○ Funciones adicionales a las solicitadas en el pliego de prescripciones técnicas. 	
Tubo de rayos X.	
<ul style="list-style-type: none"> ○ Potencia. ○ Revoluciones por minuto del ánodo giratorio. ○ Foco fino, tamaño nominal en milímetros. ○ Foco grueso con tamaño nominal en milímetros. ○ Capacidad térmica del ánodo en unidades de calor (HU). ○ Capacidad térmica del conjunto ánodo/coraza en unidades de calor (HU). 	
Generador de rayos X.	
<ul style="list-style-type: none"> ○ Potencia mínima 50 kW. (según definición IEC, 0.1 seg. - 100 kV.). ○ Frecuencia de operación mínima en kiloHerzios. ○ Factor de rizado en tanto por ciento. ○ Rango mínimo de selección de kV y margen de error en tanto por ciento. 	
Servicios DICOM.	
<ul style="list-style-type: none"> ○ La Estación de Adquisición deberá trabajar obligatoriamente, con el estándar DICOM 3.0 de transmisión de imágenes. Especificar licencia. 	
PRESTACIONES ADICIONALES / MEJORAS TÉCNICAS.	5%
<p>Se admitirán aquellas mejoras técnicas que tengan una aplicación y utilidad relacionada con los equipos objeto de concurso tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Asas de paciente laterales para posicionamiento óptimo, p. ej. En adquisiciones de tórax. ○ Cinta de compresión para sujetar al paciente. ○ Grabadora DVD-R/CD-R para archivar datos de exploración. ○ Puertos USB. 	
TOTAL CRITERIOS POR	40%

CRITERIOS DE VALORACIÓN POR APLICACIÓN DE FÓRMULA.

PRECIO.	40%.
Se establecen 6 tramos para determinar la puntuación obtenida según el porcentaje de baja con respecto al	
importe de licitación, en cada uno de los tramos el valor obtenido será el resultante de la interpolación del porcentaje de la Baja entre los valores de dicho tramo, los	
Porcentaje de baja de hasta un 5% con respecto al importe de licitación.	4
Porcentaje de baja superior al 5% e igual o inferior al 7,5% con respecto	4
Porcentaje de baja superior al 7,5% e igual o inferior al 10 % con	4
Porcentaje de baja superior al 10% e igual o inferior al 15% con respecto	8
Porcentaje de baja superior al 15% e igual o inferior al 20% con respecto	8
Porcentaje de baja superior al 20% e igual o inferior al 25% con respecto	8
Porcentaje de baja superior al 25%.	
Este último tramo se valorará de forma que se darán los 4 puntos a la oferta más económica, interpolándose los restantes ofertas que se	4
GARANTÍA.	12%.
2 años. Se valorará 1 punto por cada mes que exceda el mínimo exigido, hasta un máximo de 12 puntos. Según lo establecido en el	
CONTRATO DE MANTENIMIENTO.	8%.
Precio del contrato de mantenimiento anual, sin IVA del equipamiento ofertado. Según lo establecido en el pliego de condiciones técnicas mínimas. La inclusión de un contrato de mantenimiento con precio anual, sin IVA, superior a 16.000,00 € será motivo de exclusión.	
<ul style="list-style-type: none"> ○ Mayor de 15.000,00 €. 0 puntos. ○ Igual o menor de 15.000,00 €. 2 puntos. 	
TOTAL CRITERIOS POR APLICACIÓN DE FÓRMULA ...	60%.

CRITERIOS DE VALORACIÓN.

CRITERIOS DE VALORACIÓN EN %.	POR JUICIO DE VALOR	POR APLICACIÓN DE FÓRMULA	TOTAL
CARACTERÍSTICAS	35		35
PRESTACIONES ADICIONALES / MEJORAS	5		5
PRECIO.		40	40
GARANTÍA.		12	12
SERVICIO TÉCNICO / ASISTENCIA		8	8
TOTALES ...	40	60	100

NOTA:

Será de obligado cumplimiento, por parte de los licitadores, la descripción y definición de los distintos apartados recogidos en los criterios de valoración. Los criterios de valoración formarán parte inseparable de la oferta técnica, firmados por el apoderado de la empresa en todas sus hojas y será vinculante para la adjudicataria. La omisión de los datos solicitados puede incidir negativamente en la adjudicación.

No serán objeto de valoración aquellos criterios que no se reflejen de forma expresa en las proposiciones de los licitadores.

Con objeto de facilitar el proceso de evaluación y selección deberá proporcionarse de manera obligatoria la máxima descripción, hojas de datos técnicos de producto (Product Data), productos e información que permita realizar una completa valoración de las diferentes ofertas presentadas. La falta de información, ausencia de hojas de datos de producto de los componentes ofertados o respuesta a las cuestiones técnicas planteadas que no pueda ser debidamente contrastada podrá ser motivo de que la oferta no sea valorada.

Todos los catálogos e información técnica sobre el producto deberán estar traducidos en español y/o euskera. Los catálogos e información técnica sobre el

producto que no estén traducidos en los idiomas indicados no serán objeto de valoración.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA EL SUMINISTRO DE UNA SALA DE RADIOLOGÍA DIGITAL DIRECTA PARA HOSPITAL UNIVERSITARIO ARABA (OS10)

El objeto de este concurso es el suministro y montaje de una Sala de Radiología Digital Directa para el Hospital

Universitario Araba (OS10).

DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS QUE HAN DE CUMPLIR LA SALA OFERTADA.

1. Configuración de la sala.

- Un soporte techo con emisor de Rayos X y colimador multiplano motorizado.
- Una estación de imagen y control con programas de aplicación y evaluación, así como interfaces de sistema DICOM.
- Un generador de Rayos X de alta frecuencia con forma de onda de tensión multipulso.
- Un bucky mural con detector plano fijo.
- Mesa de paciente de altura ajustable con tablero flotante y detector plano fijo.

2. Mesa paciente.

- Mesa Radiográfica con tablero flotante plano preparada para montaje de accesorios. De altura ajustable con portadetector con antidifusor para detector.
- Se especificará:
 - f* Composición y absorción del tablero de la mesa.
 - f* Peso máximo soportado del paciente en Kilogramos.
 - f* Dimensiones del tablero en centímetros.
 - f* Dimensiones del área radiotransparente en centímetros.
 - f* Rango de desplazamiento longitudinal en centímetros.
 - f* Rango de desplazamiento lateral en centímetros.

f Desplazamiento en altura de la mesa en centímetros.

- Sistema de bloqueo electromagnético de los movimientos de la mesa.
- Permitirá la incorporación de una parrilla antidifusora.
- Cámara de ionización de tres campos.
- Acceso libre a la mesa y al paciente desde cualquier lado.
- Portadetector con antidifusor en mesa de paciente.

3. Bucky Mural

- Soporte para detector, abatible, motorizado con frenos electromagnéticos y frenos permanentes en caso de fallo de la corriente eléctrica.
- Con portadetector con antidifusor de altura ajustable y basculante.
- Ajuste de altura, manual y motorizado, del portadetector con antidifusor contrapesado y de fácil movimiento. Especificar rango de alturas en cm. sobre el suelo.
- Se especificará también el rango de basculación continuo sobre el eje horizontal.
- Cámara de ionización de tres campos.
- Rejilla desmontable. La rejilla se podrá desmontar fácilmente.
- Antidifusor en Bucky Mural. Se especificará:
 - f Distancia panel frontal-detector en mm.
 - f Absorción de la radiación de la placa frontal en mm. Al.

4. Detector plano fijo para Bucky Mural.

- Detector plano fijo para la adquisición de imagen radiológica en digital directo.
- Se especificará:
 - f Estructura, materiales y componentes.
 - f Tamaño del detector en centímetros.
 - f Resolución en número de píxeles.
 - f Tamaño del píxel en micras (μm).
 - f Resolución espacial.
 - f DQE, Eficiencia de detección cuántica del detector, especificando las condiciones de medida. Se aportará la curva completa de DQE, hasta el límite de frecuencia espacial.

- f* Rango dinámico especificando las condiciones de medida.
- f* Condiciones de trabajo del detector.
- f* Tiempo de reconstrucción de imagen desde el disparo.
- f* Matriz del detector.
- f* Profundidad de Adquisición (niveles de gris) en bits.
- f* Número de calibraciones necesarias.
- f* Tiempo de calentamiento del detector.

5. Detector plano fijo para mesa.

- Detector plano fijo para la adquisición de imagen radiológica en digital directo.
- Se especificará:
 - f* Estructura, materiales y componentes.
 - f* Tamaño del detector en centímetros.
 - f* Resolución en número de píxeles.
 - f* Tamaño del píxel en micras (μm).
 - f* Resolución espacial.
 - f* DQE, Eficiencia de detección cuántica del detector, especificando las condiciones de medida. Se aportará la curva completa de DQE, hasta el límite de frecuencia espacial.
 - f* Rango dinámico especificando las condiciones de medida.
 - f* Condiciones de trabajo del detector.
 - f* Tiempo de reconstrucción de imagen desde el disparo.
 - f* Matriz del detector.
 - f* Profundidad de Adquisición (niveles de gris) en bits.
 - f* Número de calibraciones necesarias.
 - f* Tiempo de calentamiento del detector.

6. Soporte telescópico del tubo de Rayos X.

- Suspensión telescópica de techo dotada de sistemas de frenos electromagnéticos. Mecánicamente rígida y equipada con mecanismos de seguridad, permitiendo los siguientes movimientos:
 - f* Desplazamiento longitudinal, transversal y vertical de la suspensión. Indicar distancia mínima al suelo en el desplazamiento vertical.
 - f* Rotación del tubo. Se especificara en grados.
 - f* Rotación de la suspensión sobre su eje vertical.
- Sincronización vertical automática entre emisor y detector con seguimiento del emisor.
- Todas las posiciones del tubo de rayos X se podrán ajustar mediante pulsadores situados en el colimador.
- El ajuste de altura se efectúa mediante servocontrol o bien servoasistido con posicionamiento manual.
- Se especificarán en centímetros:
 - f* La carrera horizontal en sentido longitudinal al paciente.
 - f* La carrera horizontal en sentido transversal al paciente.
 - f* La carrera vertical manual y/o motorizado.
- Se podrá ajustar manualmente el tubo para radiografías oblicuas de pacientes en decúbito o para radiografías oblicuas o laterales. Se especificará:
 - f* El giro en torno al eje vertical del soporte de techo.
 - f* El giro en torno al eje horizontal del brazo soporte del emisor RX.
- Todos los cables del equipo estarán integrados dentro de una bandeja tipo serpiente solidaria al soporte del tubo.

7. Registro de dosis de pacientes.

- El equipo vendrá dotado de un medidor del producto dosis x superficie integrado. La indicación del producto dosis x superficie se efectuará con los otros parámetros radiográficos (kV, mAs) y mediante el sistema de imagen en el monitor de control.
- Los datos del registro de dosis de paciente se almacenarán también en la cabecera DICOM de las imágenes.

8. Adquisición de imágenes. Automatización de movimientos y sincronización entre el tubo y detector.

- Los mecanismos de automatización integrados tanto en el soporte de tubo como en los Bucky Mural y mesa permitirán que el equipo se mueva de forma totalmente automática y sin necesidad de intervención del usuario.

- Estará dotado con un gran número de posiciones de equipo preprogramadas y sincronizadas con el programa de órganos.
- Los programas de órganos además de guardar la información de técnica de RX, filtros de cobre y colimación luminosa contendrán también la posición del equipo, siendo de esta forma la interacción y esfuerzo del usuario mínimos.
- Sincronización Tubo-Detector.
- Sincronización en mesa.
- Sincronización en Bucky Mural.

9. Estación de imagen y control.

- Todo el control del sistema radiográfico incluido el procesado digital de imagen y manejo del generador se efectuarán desde un puesto de mando central de la estación de adquisición con la que vendrá dotado el equipo.

- Dispondrá de, al menos:

- f* una pantalla plana de color como pantalla control.
- f* un pupitre fijo de PC.
- f* un pulsador de disparo radiográfico.
- f* almacenamiento adicional de las imágenes mediante disco óptico o similar.

- Funciones:

f **Gestión de pacientes y estudios:**

- f* Transferencia de listas de paciente y exploraciones del HIS/RIS.
- f* Registro manual de pacientes.
- f* Gestión de pacientes, estudios y datos de imagen.
- f* Funciones de configuración.

f **Adquisición y postprocesamiento:**

- f* Selección y configuración de programas de órganos.
- f* Selección de parámetros del generador y del colimador.
- f* Parametrización del preprocesamiento de la imagen: Amplificación, armonización, realce de bordes y tablas densitométricas.
- f* Visualización de marcas en la imagen.
- f* Aplicación avanzada que permita visualizar en una sola imagen regiones anatómicas de mayor longitud que la medida del detector, tales como columnas completas o miembros

Inferiores

f **Procesamiento de la imagen:**

- f* Rotación de la imagen.
- f* Anotación.

- f* Reflexión de la imagen horizontal/vertical.
- f* Zoom de la imagen.
- f* Desplazar.
- f* Ajuste de la ventana.
- f* Filtro para realce de bordes y supresión de ruido.

10. Tubo de Rayos X.

- Ánodo giratorio.
- Potencia ajustada al valor del generador.
- Doble foco, potencia nominal, especificar valores nominales del foco.
- Potencia apta para trabajar a la máxima potencia del generador en foco grueso.
- Dispositivo de Colimación luminoso y giratorio.
- Indicador digital de distancia foco-detector.
- Se especificará:
 - f* Revoluciones por minuto del ánodo giratorio
 - f* Foco fino, tamaño nominal en milímetros.
 - f* Foco grueso, tamaño nominal en milímetros.
 - f* Capacidad térmica del ánodo en unidades de calor (HU.)
 - f* Capacidad térmica del conjunto ánodo/coraza en unidades de calor (HU.)
 - f* Disipación calórica continua ánodo/coraza en unidades de calor por minuto (HU/min.)
 - f* Filtración total del tubo en milímetros de aluminio equivalente (mm. Al), especificando la tensión aplicada (KVp.)

11. Generador de Rayos X.

- Generador de alta frecuencia controlado por microprocesador.
- Potencia mínima 50 kW. (según definición IEC, 0.1 seg. - 100 kV.)
- Regulación del voltaje de red automática y compensación de carga espacial.
- Sistema de control y presentación de carga del tubo automática, así como protección contra sobrecargas.
- Consola de control con presentación digitalizada de los parámetros de técnica y exposición.
- Preparado para selección de técnicas de exposición de 1, 2 ó 3 puntos.
- Poseerá indicador de código de errores y contador del número de exposiciones radiográficas.
- Arrancador de alta velocidad.
- Exposimetría automática.
- Programación anatómica.
- Dispositivo que informe y registre sobre las dosis de radiación recibidas por el paciente durante el proceso radiológico.
- Se especificará:
 - f Frecuencia de operación mínima en kiloHerzios (KHz.)
 - f Factor de rizado en tanto por ciento (%)
 - f Rango mínimo de selección de kV y margen de error en tanto por ciento (%)
 - f Rango de tiempo mínimo de exposición en milisegundos (ms) y margen de error en tanto por ciento (%)
 - f Rango mínimo de selección de mA y margen de error en tanto por ciento (%)

12. Servicios DICOM.

- La Estación de Adquisición deberá trabajar obligatoriamente, con el estándar DICOM 3.0 de transmisión de imágenes.
- El adjudicatario, asumiendo los costes de su instalación, se comprometerá a la conexión de la Sala de Radiología Digital, a través de la red DICOM, al PACS existente en el Hospital.

13. Se valorarán los siguientes accesorios.

- Asas de paciente laterales para posicionamiento óptimo, p. ej. en adquisiciones de tórax.
- Cinta de compresión para sujetar al paciente.
- Grabadora DVD-R/CD-R para archivar datos de exploración.
- Puertos USB.

14. Condiciones de instalación aceptación del equipo.

Todas las ofertas contendrán un proyecto de instalación, con especial detalle de las obras que pudieran ser necesarias para la adaptación de las salas, que incluya:

- Memoria.
- Programa de ejecución, con los trabajos específicos y los plazos a cumplir a partir de resultar adjudicatario.
- Documentación gráfica de la instalación de los equipos.

Los equipos ofertados se suministran con todos aquellos dispositivos o elementos de interconexión, accesorios de anclaje o fijación necesarios para un total y correcto funcionamiento y obtención de los correspondientes permisos y autorizaciones requeridos por la legislación vigente y, si fuera el caso, debidamente integrados con los Sistemas de Información de que disponga el Hospital. Serán montados en los locales de destino definitivo, indicando las actuaciones necesarias para la introducción del equipo a la sala, y considerando las obras provisionales que sean precisas. Se incluirán todos aquellos equipos e instalaciones auxiliares necesarios para el correcto funcionamiento del equipo principal. Se tendrá en cuenta la retirada de elementos de embalaje o cualquier otro residuo que se produzca en el montaje, comprometiéndose a dejar la zona libre de obstáculos y en buen estado de limpieza.

La instalación y puesta en funcionamiento de los equipos se realizará de forma coordinada con el Hospital y en presencia del personal del Servicio al que va dirigido y de un técnico de la Sección de Electromedicina. El Hospital autorizará y supervisará la instalación del mismo (en coordinación con el Servicio de Ingeniería y Mantenimiento, Sección de Electromedicina). La fecha de instalación deberá ser comunicada a dicho Servicio y al que vaya dirigido con antelación suficiente, mediante documento escrito (carta o fax) con el correspondiente calendario de actuaciones.

La empresa adjudicataria deberá realizar la integración completa de los equipos, en los casos que sea posible, con todos los sistemas de información de que disponga el Hospital (PACS, SIL, HIS, RIS...etc.).

La empresa adjudicataria, una vez instalado el equipo, realizará la **prueba o test de aceptación técnica** correspondiente. Estas pruebas se realizarán en presencia del personal, técnicamente cualificado, autorizado por la Institución. En un periodo no superior a 8 días naturales se entregará al Responsable de Electromedicina, un informe escrito en el que consten los resultados de la prueba efectuada, y que servirá de referencia para establecer el nivel de calidad base de rendimientos del equipo. Se entregarán dos copias, una al Servicio Médico correspondiente y otra al Servicio de Ingeniería y Mantenimiento (Sección de Electromedicina). Posteriormente se realizará el **acta de recepción** del equipo, desde el punto de vista técnico y funcional.

En todos los casos cuando se trate de equipos con Radiaciones Ionizantes se incorporará el Servicio de Radiofísica y Radioprotección.

Se considera condición imprescindible para cumplir las especificaciones técnicas, a la recepción del material adjudicado, la entrega de la documentación o manuales de usuario en español y/o euskera (2 juegos) y la documentación técnica o manuales de servicio técnico con inclusión de despieces, planos o esquemas, identificación de componentes, métodos de calibraciones externas o internas, resolución de averías, configuración técnica, etc.; así como las recomendaciones de mantenimientos preventivo, predictivo y correctivo a realizar en el equipo.

15. Garantía del equipamiento objeto del contrato.

Será de obligado cumplimiento, por parte de los licitadores, la inclusión de un contrato de garantía sobre la totalidad del equipamiento objeto de este contrato, en el anexo correspondiente de la oferta técnica (a excepción del periodo de garantía cuantificado en meses y/o años, que solo se aportará junto con la oferta económica en el sobre económico) con los apartados que a continuación se detallan como mínimo. Su omisión será causa de exclusión.

Las **condiciones de la garantía** sobre la totalidad del equipamiento objeto de este contrato, y de todos sus componentes y accesorios, serán establecidas por la legislación vigente que sea de aplicación.

El **plazo de garantía** sobre la totalidad del equipamiento objeto de este contrato, y de todos sus componentes y accesorios, será especificado por el adjudicatario en su oferta (**mínimo 2 años**), contando desde el día siguiente a la fecha de firma del *Acta de Recepción*.

La **cobertura de la garantía** será **total sin restricciones** (incluyendo tubo de Rx, detectores...), e incluirá operaciones de **mantenimiento preventivo y correctivo**; mano de obra y desplazamiento de todas y cada una de las operaciones de cualquier índole realizadas sobre cualquier equipo, de sus componentes y

accesorios, objeto del contrato; material necesario para llevar a cabo tanto las reparaciones necesarias y/o sustituciones, como las revisiones preventivas, sea cual fuere su importe; las modificaciones y actualizaciones necesarias a indicación del fabricante de los equipos; y soporte telefónico gratuito.

Durante el plazo de garantía la empresa adjudicataria realizará sobre la totalidad del equipamiento, y de todos sus componentes y accesorios, las **siguientes actividades que correrán por cuenta del adjudicatario**:

- Operaciones de **mantenimiento preventivo** en la que se incluirá todas las actividades de limpieza, mediciones, comprobaciones, regulaciones, chequeos, ajustes, reglaje, engrases, kits de mantenimiento preventivo, etc., y todas aquellas acciones que garanticen la adecuada utilización, durabilidad y buen conservación del equipamiento, y de todos sus componentes y accesorios, desde el punto de vista funcional, de seguridad, etc., todo ello de acuerdo con los protocolos recomendados por el fabricante de los equipos.
- Control, regulación y vigilancia de los parámetros funcionales que definen el buen estado de funcionamiento de los equipos, así como aquellos parámetros objeto de especial vigilancia.
- **Acciones correctivas** sobre cualquier defecto de los equipos que hagan disminuir su rendimiento y/o disponibilidad de funcionamiento, produzca un mayor gasto de energía, consumibles, etc., o pueda poner en peligro a los usuarios y/o pacientes; realizándose sobre los equipos todo tipo de actuaciones tendentes a su reparación y puesta en servicio en los plazos más exiguos posibles. Incluirá la sustitución de piezas, mano de obra, desplazamientos y dietas necesarias.

Tiempo de respuesta: Definido como el tiempo transcurrido entre la comunicación de una incidencia o avería hasta que un determinado equipo técnico está en disposición física para proceder a su resolución: El tiempo de respuesta ante una determinada avería o reparación, será de máximo **4 horas**.

Todos los trabajos de mantenimiento se realizarán por personal especializado de la empresa adjudicataria sus fechas de realización se fijarán de común acuerdo con el Servicio Técnico, y los diversos Servicios implicados dentro de la organización de servicios.

16. FORMACIÓN Y ADIESTRAMIENTO.

Se adjuntará un programa de Formación de Personal para llegar al adiestramiento del equipo humano que posteriormente debe hacerse cargo del equipamiento sobre: uso, manejo y mantenimiento de usuario. Distinguiendo entre formaciones de técnicos y facultativos; según cada caso. Especificar metodología, número de personas, lugar y duración del mismo.

Se adjuntará también un programa de Formación de Personal Técnico, especificando metodología, número de personas, lugar y duración del mismo (servicios de Electromedicina e Informática). Se entiende en cualquier caso que la amplitud y calidad de la formación será la precisa para el perfecto manejo y máximo rendimiento de los equipos.

Cualquier modificación / actualización de los equipos conllevará un periodo de formación del personal en los términos señalados anteriormente.

17. CONTRATO SERVICIO TÉCNICO / ASISTENCIA TÉCNICA MÍNIMA.

Será de obligado cumplimiento, por parte de los licitadores, la inclusión de un contrato de mantenimiento en el anexo correspondiente de la oferta técnica (a excepción del precio anual sin IVA, que solo se aportará junto con la oferta económica y el periodo de garantía, en el sobre económico), con los apartados que a continuación se detallan como mínimo. Su omisión será causa de exclusión.

La inclusión de un contrato de mantenimiento con precio anual, sin IVA, superior 16.000,00 € será motivo de exclusión.

17.1. Contrato de Mantenimiento.

17.1.1. Revisiones preventivas: 2 al año.

Se incluirán todas las actividades de limpieza, mediciones, comprobaciones, regulaciones, chequeos, ajustes, reglaje, engrases, kits de mantenimiento preventivo, etc., y todas aquellas acciones que garanticen la adecuada utilización, durabilidad y buen conservación del equipamiento, y de todos sus componentes y accesorios, desde el punto de vista funcional, de seguridad, etc., todo ello de acuerdo con los protocolos recomendados por el fabricante de los equipos.

17.1.2. Intervenciones correctivas:

Serán totales sin restricciones sobre cualquier defecto de los equipos que hagan disminuir su rendimiento y/o disponibilidad de funcionamiento, produzca un mayor gasto de energía, consumibles, etc., o pueda poner en peligro a los usuarios y/o pacientes; realizándose sobre los equipos todo tipo de actuaciones tendentes a su reparación y puesta en servicio en los plazos más exiguos posibles. Incluirá la sustitución de piezas, mano de obra, desplazamientos y dietas necesarias. Actualizaciones de software: Se harán sin coste alguno.

17.1.3. Compromiso de atención de asistencia técnica: las 24 horas.

17.1.4. Tiempo de respuesta.

Definido como el tiempo transcurrido entre la comunicación de una incidencia o avería hasta que un determinado equipo técnico está en disposición física para proceder a su resolución: El tiempo de respuesta ante una determinada avería o reparación, será de máximo 4 horas.

17.1.5. Importe.

El importe del contrato de mantenimiento a todo riesgo será actualizado anualmente según las directrices emitidas por el Departamento de Hacienda del Gobierno Vasco y en cualquier caso, con un incremento máximo del IPC anual. El importe del contrato de mantenimiento será aplicado a la expiración del plazo de garantía.

Todos los trabajos de mantenimiento se realizarán por personal especializado de la empresa adjudicataria sus fechas de realización se fijarán de común acuerdo con el Servicio Técnico, y los diversos Servicios implicados dentro de la organización de servicios.

18. Accesorios, Material Fungible y/o Reactivos.

Estarán incluidos en este apartado todos los accesorios, los materiales fungibles y/o reactivos necesarios para el correcto funcionamiento del equipamiento.

18.1. Accesorios:

Los licitadores deberán incluir en la oferta la siguiente información complementaria referente los accesorios necesarios para el correcto funcionamiento del equipamiento:

- Formato de venta (Unitario, número de unidades por caja...)
- Tiempo de uso recomendado.
- Si el accesorio utilizado es exclusivo del equipo ofertado y de la casa comercial ofertante.
- Importe de los accesorios. El importe de los accesorios será actualizado anualmente según las directrices emitidas por el Departamento de Hacienda del Gobierno Vasco y en cualquier caso, con un incremento máximo del IPC anual.

18.2. Material fungible y/o reactivos:

Cuando para la utilización del bien objeto de contrato sea necesario el consumo de material fungible y/o reactivos, en la oferta técnica deberá incluirse al menos la siguiente información complementaria:

- Formato de venta (Unitario, número de unidades por caja...)
- Consumo de unidades por tratamiento (precio IVA incluido). Se indicará la diferencia económica
- (€) cuando exista la posibilidad de ceder el equipo contra consumo.
- Identificación del material fungible y/o reactivos.
- Si el material fungible y/o reactivos utilizado es exclusivo del equipo ofertado y de la casa comercial ofertante.
- Si es posible su reutilización y medios necesarios para ello (p.e.: esterilización por autoclave, óxido de etileno, etc.), así como el número de veces que puede reutilizarse con plena eficacia de uso.
- En caso de que el material fungible y/o reactivos tengan caducidad, habrán de indicarse los plazos
- medios de la misma.
- Tiempo de uso recomendado.
- Listado de precios de el material fungible y/o reactivos necesario para el normal funcionamiento del equipo. El listado de precios será actualizado anualmente según las directrices emitidas por el Departamento de Hacienda del Gobierno Vasco y en cualquier caso, con un incremento máximo
- del IPC anual.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES

CAPITULO I: DE LA CONFIGURACIÓN DE LAS OFERTAS

APARTADO 1 Las empresas ofertantes se ajustarán en todos los casos y en su totalidad a las especificaciones técnicas mínimas, solicitadas en los Pliegos de Prescripciones Técnicas Particulares del presente concurso, cuando estas figuren en él.

En correspondencia con el párrafo anterior, deberán reflejarse en la oferta descriptiva del producto a que se concurra, los puntos de sus características por los que se cumplen todas y cada una de las especificaciones solicitadas.

No se admitirán catálogos de características técnicas que no se ajusten estrictamente al modelo presentado en la oferta.

APARTADO 2 Aún en el caso en que los Pliegos de Prescripciones Técnicas Particulares no contengan características del equipamiento solicitado, las empresas ofertantes, además del catálogo comercial del producto ofertado, vendrán obligadas a reflejar en hoja aparte las características más sobresalientes de su oferta técnica.

APARTADO 3 Cuando, por la naturaleza de la oferta técnica, se introduzcan variantes de la oferta principal que complementen o minoren lo ofertado en ella, además del correspondiente catálogo comercial y descripción de la oferta se indicarán las circunstancias por las que se producen estas mejoras o minoraciones y sus efectos en el conjunto de la oferta, sin perjuicio de lo expresado en el apartado 1 de estas Prescripciones Técnicas Generales.

CAPITULO II: DE LOS REQUISITOS DE ENTREGA E INSTALACIÓN

APARTADO 4 Las empresas ofertantes, en su oferta técnica, indicarán claramente las condiciones idóneas de instalación y los requisitos necesarios que deberán cumplir los Centros destinatarios del equipamiento para el correcto funcionamiento del producto ofertado desde su puesta a disposición en el Centro.

A los efectos de lo enunciado en el párrafo anterior se entenderá por puesta a disposición en el Centro, con carácter general, su instalación y puesta en funcionamiento o, según el caso, su entrega en los almacenes del mismo o en los del proveedor cuando existan causas que así lo aconsejen, previa conformidad de las partes.

De acuerdo con lo expresado en el párrafo primero de este punto, se indicarán explícitamente al menos:

- a) Las necesidades de espacio físico útil necesario
- b) Las fuentes de suministro de energía necesarias y sus características.
- c) Las fuentes de gases y otros fluidos (refrigerantes, lavado, etc.) necesarios y sus características. d) Necesidades de espacio físico útil necesario.
- e) Los consumos estimados de energía, gases y otros fluidos necesarios del equipamiento ofertado.
- f) Necesidad de realización de obras para la adaptación de los equipos ofertados, que por sus características sean necesarias.

APARTADO 5 Las empresas ofertantes facilitarán expresamente en su oferta técnica los siguientes datos correspondientes a los equipos ofertados:

- a) Año de comienzo de fabricación de los productos.
- b) Período de vigencia en la fabricación de tales productos.
- c) Tiempo de garantía en la producción de repuestos desde el término de la vigencia en la producción.
- d) Sujeción a las normas de protección y/o seguridad, de acuerdo con la normativa legal en vigor en el momento de la oferta.

CAPITULO III: DEL CONSUMO DE MATERIAL FUNGIBLE

APARTADO 6 Cuando los equipos ofertados consuman material fungible, en la oferta técnica, deberá incluirse, al menos, la siguiente información complementaria:

- a) Consumo de unidades por tratamiento.
- b) Tipo de fungible.
- c) Si el fungible utilizado es exclusivo del equipo ofertado y de la casa comercial ofertante.
- d) Si es posible su reutilización y medios necesarios para ello (p.e.: esterilización por autoclave, óxido de etileno, etc.), así como el número de veces que puede reutilizarse con plena eficacia de uso.
- e) En caso de que los materiales fungibles tengan caducidad, habrán de indicarse los plazos medios de caducidad.

CAPITULO IV: DE LAS DOCUMENTACIONES TÉCNICAS, REFERENCIAS Y GARANTÍAS DE LAS INSTALACIONES APARTADO 7

Las empresas adjudicatarias de los equipos objeto del presente concurso, a la puesta a disposición de éstos en el Centro de destino, de acuerdo con lo expresado en el párrafo 2 del apartado 4 de este Pliego, entregarán la siguiente documentación complementaria:

- a) Manual completo de uso del equipo adjudicado en castellano.
- b) Manual completo de servicio del equipo adjudicado.
- c) Guía rápida de las reparaciones más frecuentes.

Como complemento a lo previsto en el párrafo anterior, epígrafes a) y b), habrán de suministrarse las documentaciones correspondientes a las modificaciones que afectan a su equipamiento durante la vida del mismo.

APARTADO 8 Las empresas ofertantes adjuntarán con su oferta técnica, lista de referencia de usuarios de los equipos semejantes al ofertado, indicando al menos:

- a) El modelo y fecha de instalación.
- b) La localización.

ASPECTOS GENERALES PARA EQUIPOS DE ELECTROMEDICINA

Con carácter general, el equipamiento de electromedicina deberá:

1. Garantizar la protección de Datos de Carácter Personal, dentro del ámbito de los procedimientos y estándares exigidos en el Reglamento aprobado en el Real Decreto 994/1999, de 11 de Junio, relativo a las medidas a adoptar con los ficheros automatizados que contengan datos de carácter personal.
2. Estar adaptados a los requerimientos del Euro, siguiendo las directrices del proceso de convergencia de la Unión Europea.
3. Si los equipos incluyeran elementos de software contruidos antes del año 2000, se garantizará, de una forma explícita y natural, su compatibilidad con el año 2000.
4. En el caso de grandes equipos de electromedicina, las ofertas recogerán **necesariamente** un esquema de implantación del equipo adecuado al lugar de instalación, que se valorará adecuadamente en el apartado de características técnicas.
5. Las ofertas incluirán el desmontaje y retirada de los equipos existentes actualmente, así como los trámites legales para dar de baja y/o alta a los equipos radiológicos.
6. En los equipos dotados de tecnología digital, en el momento de su puesta en funcionamiento deberán conectarse, si lo hubiere, al PACS del hospital. Si no estuviera disponible, esta conexión se produciría en el momento en que el hospital se dote de dicha tecnología. En ambos supuestos, los costes derivados de los trabajos de conexión a través de la red DICOM serán por cuenta del adjudicatario.

CRITERIOS DE CALIDAD EN RADIODIAGNÓSTICO

De acuerdo con el Real Decreto 1976/1999, de 23 de Diciembre, por el que se establecen los criterios de calidad en radiodiagnóstico, todos los equipos deberán ir provistos, en su caso, de un dispositivo que informe al médico especialista sobre la dosis de radiación recibida por el paciente durante el proceso radiológico.

Por otra parte, el ofertante deberá indicar, y en el caso de ser adjudicatario implementar, el tipo de formación adicional a impartir, previo al uso clínico, al personal intervencionista.

La aceptación del equipamiento deberá atenerse a lo indicado en el artículo 11 del Real Decreto citado anteriormente.

PROPOSICIÓN ECONÓMICA

D./D ^a		D.N.I.:	
Con domicilio en	C.P.	C/	
En representación de la empresa			
N.I.F.:	TFNO.:	FAX:	

Declaro

1.- Que he quedado enterado del anuncio de licitación correspondiente al expediente que tiene por objeto el SALA DE RADIOLOGÍA DIGITAL DIRECTA PARA HOSPITAL UNIVERSITARIO ARABA (OS10)

LOTE	DESCRIPCIÓN	DESTINO	IMPORTE SIN IVA	GARANTÍA	Plazo de entrega
1	Sala Radiología Digital	Hospital Universitario	180.000,00 €	2 años	Antes de 31.12.12

2.- Que igualmente conozco el Pliego de Bases Técnicas, el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares y la demás documentación que debe regir el presente contrato que expresamente asumo y acato en su totalidad, sin salvedad ninguna.

3.- Que la empresa a la que represento cumple todos los requisitos y obligaciones exigidos por la normativa vigente para su apertura, instalación y funcionamiento.

4.- Que en la presente oferta deben entenderse incluidos los impuestos, gastos, tasas y arbitrios de cualquier esfera fiscal, derechos, gastos repercutibles, costes de transporte, entrega y, en su caso, instalación, seguros, aranceles, licencias y autorizaciones de todo tipo que recaigan sobre la operación hasta la entrega y recepción de los bienes y el beneficio industrial del contratista. Es por lo que propongo su realización en los siguientes términos:

Lote (1)	Solución (2)	Importe sin IVA	Importe con IVA	Plazo de Entrega	Garantía

(1) Indique número de lote u oferta conjunta en el caso de que proceda.

(2) Indique oferta Base o Variante según proceda.

En _____ a, ____ de _____ de 2.0__.

Anexo D. Digitalización del Equipo



FDR D-EVO

Detector digital portátil para digitalizar sala convencional

INDICE

1 INTRODUCCIÓN.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2 VERSATILIDAD DEL SISTEMA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4 ESPECIFICACIONES DEL DETECTOR FDR D-EVO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.1 TECNOLOGÍA.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.2 GAMA FDR D-EVO -CENTELLADOR DE GADOLINIO-	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.3 GAMA FDR D-EVO-CENTELLADOR DE YODURO DE CESIO-	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.4 MODO DE FUNCIONAMIENTO.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
5 ACCESORIOS OPCIONALES (VER ACCESORIOS INCLUIDO EN EL RESUMEN DE LA OFERTA).....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
6 CONSOLA DE ADQUISICIÓN: CONSOLE ADVANCE®	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
6.1 HARDWARE DE LA CONSOLE ADVANCE.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
6.2 LICENCIAS DICOM	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
6.3 PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
6.4 SOFTWARE DE POST-PROCESO: IMAGE INTELLIGENCE®	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
6.5 HERRAMIENTAS Y FUNCIONES AVANZADAS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
7 CONDICIONES DE ALIMENTACIÓN Y AMBIENTALES.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
8 RESUMEN DE LA OFERTA.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
CONDICIONES DE VENTA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ACEPTACIÓN DE LA OFERTA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

Información Privilegiada.

Los contenidos de este documento son confidenciales. El duplicado y/o la distribución de este documento sin la aprobación de FUJIFILM Europe GmbH, Sucursal en España están estrictamente prohibidos.

1 Introducción

El **FDR D-EVO** es el concepto exclusivo de detector plano portátil inalámbrico de

FUJIFILM. El FDR D-EVO es ligero y tiene un tamaño adaptado a un bucky estándar convencional y permite de manera sencilla, y con una relación coste-beneficio excelente, convertir una sala analógica en digital insertándolo directamente en la mesa o en el soporte vertical existente.



El detector está basado en un centellador combinado con una única y novedosa tecnología, el **Irradiation Side Sampling (ISS)** que permite producir imágenes de alta calidad.

Fujifilm ofrece una gama más amplia y exclusiva de detectores que se diferencian por su tamaño o material:

FDR D-EVO G35s (cable) / G35i (Wireless), un detector 35x43cm

extremadamente versátil.

FDR D-EVO G43i (cable/wifi), el único detector portátil de 43x43cm que permite la realización de cualquier exploración sin necesidad de manipulación, ideal para las exploraciones de bucky mural (tórax PA, tórax lat, etc...).

FDR D-EVO C35i (cable/wifi) el detector de 35x43 de Yoduro de Cesio para cuando se requiera una sensibilidad y una dosis más efectiva.

FDR D-EVO C43i (cable/wifi), el detector 43x43 de Yoduro de cesio para digitalizar una sala de altas prestaciones

FDR D-EVO C24i (cable/wifi), un detector 24x30cm de Yoduro de cesio,

resistente, manipulable e ideal para las exploraciones de pediatría a baja dosis.

Gracias a los detectores FDR D-EVO podrá mejorar la eficiencia y el flujo de trabajo de una sala, siempre, con el compromiso de calidad de imagen de FUJIFILM.



2 Versatilidad Del Sistema

COMPATIBILIDAD

El **FDR D-EVO** es compatible con todos los buckys estándares (ISO), y permite digitalizar una sala convencional sin modificación, utilizando la misma parrilla y el mismo generador.

En este caso 1 o más detectores **FDR D-EVO** permitirán digitalizar la sala de forma cómoda y eficiente.



El **FDR D-EVO** gracias a su peso liviano y su rapidez de proceso se puede utilizar de la misma forma en un equipo de tipo sala telecomandada.

SMARTSWITCH

La integración con cualquier sala de radiología analógica del mercado queda garantizada por el exclusivo sistema de reconocimiento automático de Rayos X “Smart Switch” el cual permite sincronizar el panel con el disparo sin realizar ninguna actuación en el generador.



El detector digital detecta la emisión de rayos X y pasa en modo de adquisición automáticamente.

Fujifilm has sido el primer fabricante en aplicar esta tecnología a sus detectores



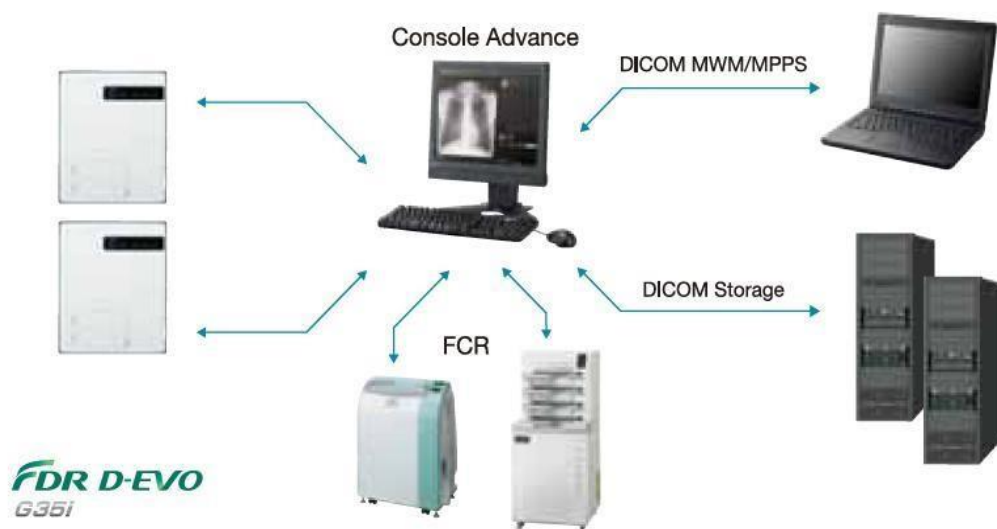
UTILIZACIÓN MULTI-SALA

FDR D-EVO puede ser compartido o intercambiado entre diferentes salas o con **FDR Go Flex**, nuestro sistema portátil para digitalizar portátiles analógicos.



CONSOLA COMPATIBLE CON FCR/FDR

En caso de una sala soportada anteriormente con un FCR de FUJIFILM, la misma consola de adquisición (CONSOLE ADVANCE) podrá soportar la carga de trabajo tanto del/los FCR(s) como de los nuevos paneles.



3 Configuración Del Sistema

El sistema se compone de los elementos siguientes:

- En la sala:
 - Uno o dos detectores **FDR D-EVO** (en bucky mural y/o bucky mesa)
 - Un controlador de alimentación (DR-ID 600MP)
 - Una antena Wireless de alta velocidad IEEE 802.11 (High Speed Wireless LAN System) en caso de configuración Wifi.
 - La **Console Advance (DR-ID 300CL)**: una consola de adquisición (CPU de última generación y un monitor táctil de 19") intuitiva para la gestión de imágenes, identificación, post-proceso y envío.
 - El **cargador de baterías** con la posibilidad de cargar hasta 3 baterías simultáneamente.



4 Especificaciones Del Detector FDR D-EVO

Tecnología

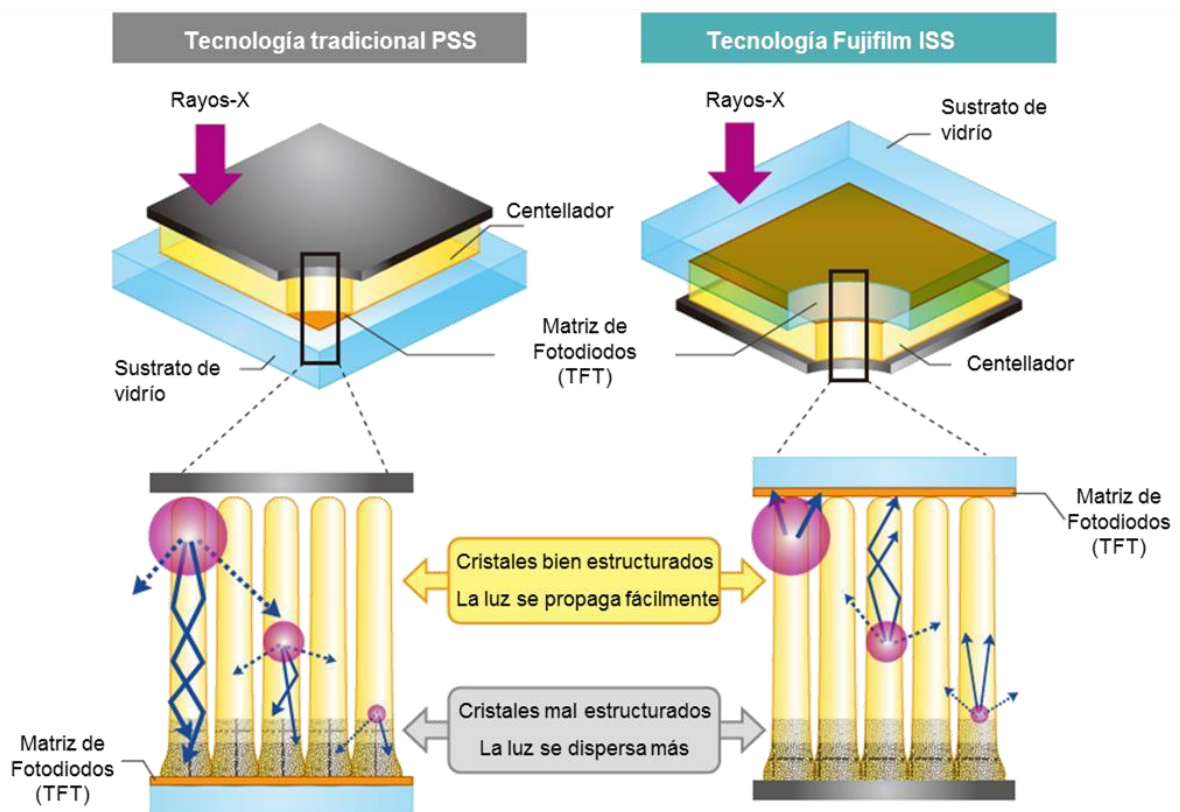
El FDR D-EVO cuenta con una tecnología innovadora y exclusiva desarrollada por

FUJIFILM: El sistema ***Irradiation Side Sampling (ISS)*** consigue una DQE

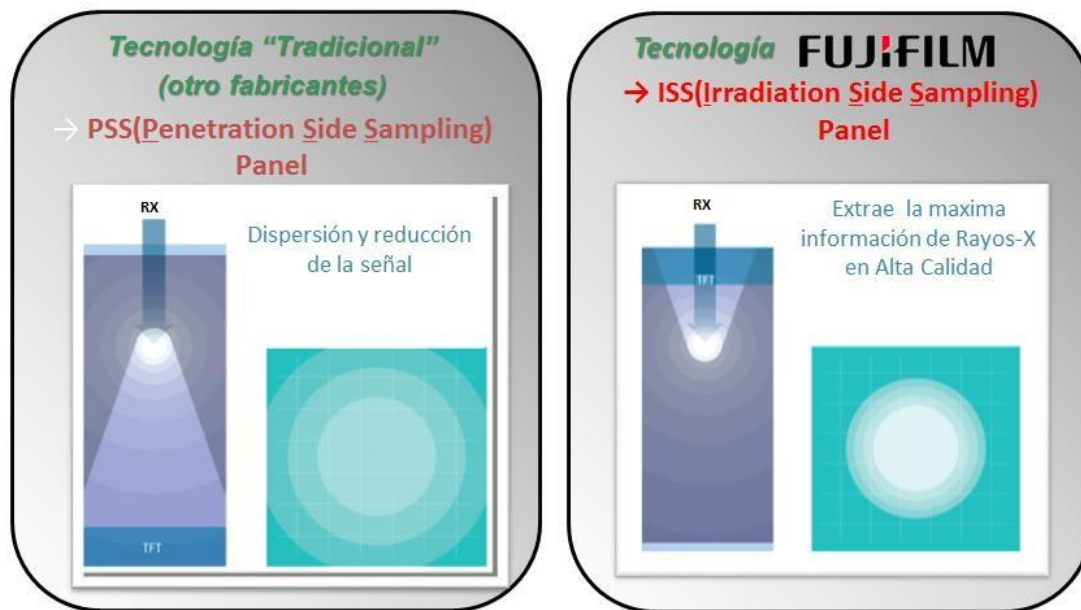
(Eficiencia de detección cuántica) superior al resto de equipos similares del mercado.

A diferencia de otros equipos, la matriz de TFT encargada de colectar las señales del centellador (GOS: Oxidosulfuro de Gadolinio o CsI: Yoduro de Cesio) está situada en el lado de la exposición. Este diseño exclusivo permite tener un espesor mayor de centellador y una distancia luz-sensor inferior, y por consecuencia, la colección de una señal más clara (menor dispersión de luz) para obtener imágenes con más detalle a una dosis limitada.

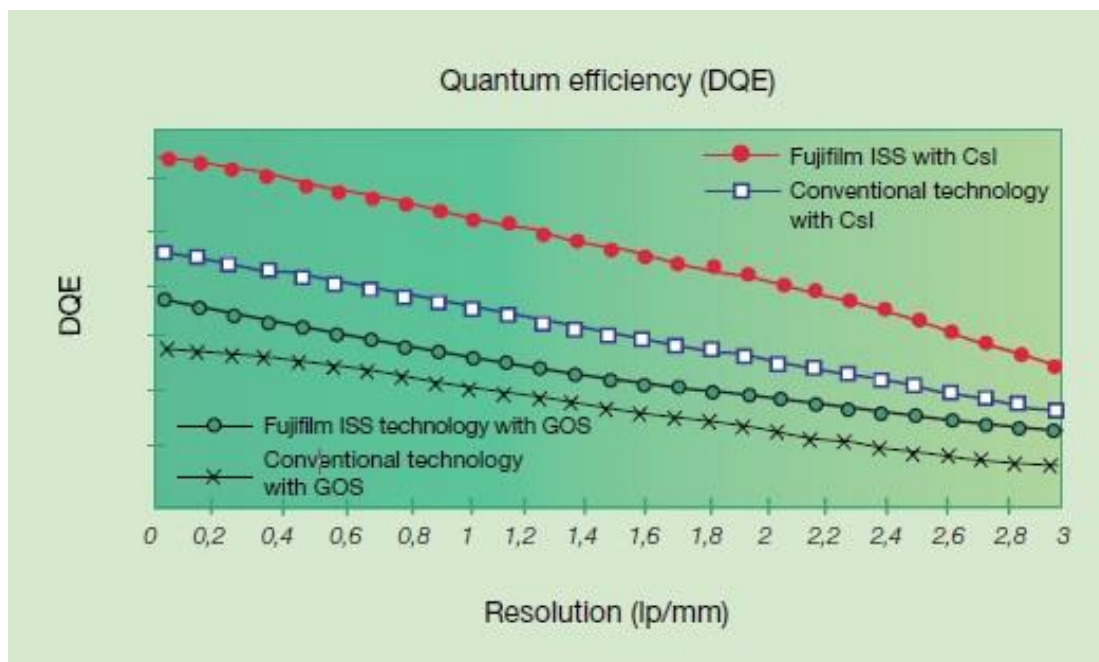
Detector con tecnología de Yoduro de Cesio (FDR D-EVO C35, C24):



Detector con Oxidosulfuro de Gadolinio (FDR D-EVO G35 y G43):



Curvas comparativas con otros paneles similares del mercado



Gama FDR D-EVO -Centellador de Gadolinio-



- ❖ Tamaños disponible: 43x43cm y 35x43cm



Gracias a su forma a **cuadrada de 43x43cm D-EVO G43**, no es necesario reorientar el detector para las exploraciones (por ejemplo Tórax PA y sucesiva proyección de Tórax Lateral)

- ❖ Compatibles con todos los buckys estándares (ISO4090)
- ❖ Peso:
 - G35: 3,3kg
 - G43: 4kg
- ❖ Modo de funcionamiento solo cable (G35s) o cable/wifi (G35i y G43li)
- ❖ Tamaño de píxel: 150µm
- ❖ Tiempo entre exposiciones: <8segundos
- ❖ Peso soportado: Hasta 150kg (sin accesorio)
- ❖ Tiempo de previsualización en la Console Advance: Inmediata
- ❖ Centellador de Oxidosulfuro de Gadolinio, que permite una gran eficiencia combinada con una gran resistencia a las condiciones ambientales.

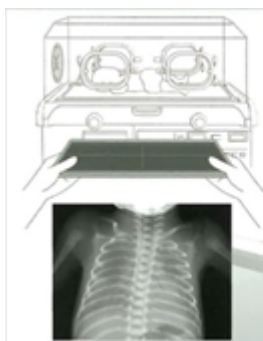
Gama FDR D-EVO-Centellador de Yoduro de Cesio-



- ❖ Tamaños disponible: 43x43cm, 35x43cm y 24x30



Gracias a su forma **cuadrada de 43x43cm D-EVO G43**, no es necesario reorientar el detector para las exploraciones (por ejemplo Tórax PA y sucesiva proyección de Tórax Lateral)



D-EVO C24 por su tamaño es ideal para un uso portátil en pediatría o como 3er detector en sala



- ❖ Compatibles con todos los buckys estándares (ISO4090)
- ❖ Peso:
 - C43: 4kg
 - C35: 3,3kg
 - C24: 2kg
- ❖ Modo de funcionamiento cable/wifi
- ❖ Tamaño de píxel: 150µm
- ❖ Tiempo entre exposiciones: <8segundos
- ❖ Peso soportado: Hasta 150kg (C43 i C35), hasta 310kG (C24)

- ❖ Tiempo de previsualización en la Console Advance: Inmediata
- ❖ Centellador de Yoduro de Cesio: La alta absorción del Yoduro de Cesio y la capacidad de transmisión de los cristales en columna permite producir imágenes de alto contraste con **una dosis muy baja**



Centellador de Yoduro de Cesio

Modo de funcionamiento



❖ Sistema de conexión de datos del detector con la consola:

Dos modos seleccionables: Modo Inalámbrico y modo Cableado

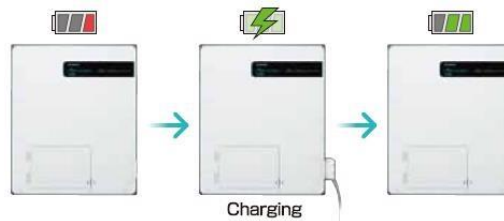
- Modo Inalámbrico cuando el usuario quiere utilizar el equipo fuera de bucky para pacientes encamados por ejemplo.
- Conexión por cable preparada y disponible siempre cuando el detector se utiliza en bucky



□ Sistema de alimentación del detector:

Dos modos seleccionables: **Modo Batería y modo cableado**

- Modo batería para más comodidad para pacientes encamados.
- Modo Cableado cuando el equipo está en el bucky
- Cuando se conecta el cable, la batería se ira cargando simultáneamente



El cambio de modo inalámbrico a **modo cable** se realizará en tan solo **1 segundo**



Par el uso en modo inalámbrico, FDR D-EVO (G35i,G43i,C35i,C24i) cuenta con una exclusiva batería de litio de 3 celdas.

- Capacidad de la batería con G35i: 750 exposiciones o 3h
- Capacidad de la batería con C35i/G34i/C43i: 500 exposiciones o 4h -
Capacidad de la batería con C24i: 700 exposiciones o 4h

Accesorios Opcionales (ver accesorios incluido en el resumen de la oferta)

- ❖ Baterías adicionales
- ❖ Cargador de baterías: Cargador de 3 ranuras que permite la carga de hasta 3 baterías simultáneamente. Indicadores luminosos y sonoros confirman el correcto posicionamiento de la batería en el cargador, así como el nivel de carga (tiempo de carga completa: 3h aprox.)



- ❖ Soporte cargador: Tipo Dock para recargar el panel directamente sin retirar la batería (tiempo de carga completa: 10h)



- ❖ Protector para utilización segura del detector digital:

- Con una asa, muy fácil de manipular
- Aumenta el peso soportado
- Protege el equipo en caso de caída
- Disponible para toda la gama de detectores (43x43cm, 35x43cm y 24x30cm)
- Peso aproximado: 1kg



Consola de Adquisición: CONSOLE ADVANCE®



La Estación de Adquisición digital modelo **CONSOLE ADVANCE** es el corazón de los equipos digitales de FUJIFILM y permite la identificación, visualización y validación de imágenes.

La **CONSOLE ADVANCE** ofrece una amplia capacidad de procesamiento e integra múltiples funciones que permiten operaciones intuitivas y constituye una manera excelente de obtener una mayor garantía de calidad y eficacia de diagnóstico en combinación el equipo digital.

Hardware de la Console Advance

- Monitor:

Monitor TFT 19" color (1280 x 1024) de pantalla táctil

- Unidad principal CPU:

CPU: Core 2 Duo 3GHz

Memoria: 4 GB de RAM (Capacidad para 12.000 imágenes)

Disco Duro: S-ATA 250GB

Red: 1000Base-T

Sistema Operativo: Windows7

Accesorios: Ratón y teclado alfanumérico

Licencias DICOM

La **Console Advance** cumple el estándar DICOM 3.0 en los siguientes servicios:

- DICOM Basic Gray Scale Print
- DICOM Storage Commitment
- DICOM Store
- DICOM Modality Worklist Management
- DICOM MPPS (Modality Performed Procedure Step)
- DICOM Storage Commitment
- DICOM Verification
- DICOM Query/Retrieve
- DICOM Media



Procedimiento de trabajo

(1) Gestión de paciente

Registro de los datos del paciente: Manual (introducción de Nombre del paciente, número de identificación, etc....) o con lista de trabajo (Worklist) gracias con conexión al RIS del centro.

(2) Gestión de menús de exposición

Registro del estudio a realizar: la consola incluye más de 160 menús clasificados por región anatómica, preconfigurado con algoritmos de proceso precisos, rotación/inversión de imagen adecuada para que la imagen obtenida sea siempre la óptima.

(3) Validación y Post-proceso

Una vez realizada la exposición, la imagen es accesible en la **Console**

Advance inmediatamente para su validación y edición.



La **Console Advance** posee múltiples procesos automáticos y pone a disposición del técnico funciones básicas y avanzadas para conseguir una imagen final de alta calidad y fiabilidad para el diagnóstico.



Software de Post-Proceso: IMAGE INTELLIGENCE®

La **Console Advance** incluye algoritmos y parámetros de Post

Proceso exclusivos de FUJIFILM, resultados de 25 años de experiencia en imagen digital, que permiten una mejora del contraste y de la definición en toda la imagen sin riesgo de perder ningún detalle.



Tecnología de imagen propietaria



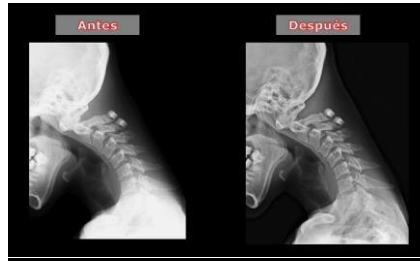
La tecnología de imagen de FUJIFILM reconoce automáticamente el área de interés y aplica el proceso óptimo con algoritmos adaptados, ajuste de densidad y contraste, eliminación de ruido y artefactos, con el fin de ofrecer en cada imagen la más alta calidad y reproducibilidad.

Los parámetros *MFP* permiten obtener en la misma imagen tanto las estructuras densas como partes blandas con un realce natural y un mínimo ruido.

Los parámetros *FNC* permiten eliminar el ruido radiológico y por consiguiente permite **bajar la dosis** en exploraciones críticas como por ejemplo las pediátricas manteniendo contraste y detalle.

Los parámetros *GPR* permiten eliminar los artefactos provocados por las parrillas antidifusoras de tipo fijas

Dynamic Visualization



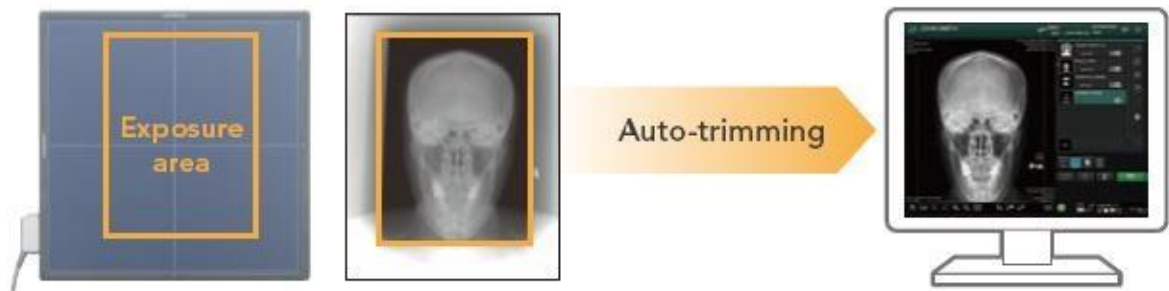
Herramientas y Funciones avanzadas

La aplicación en castellano está basada en iconos muy intuitivos que permiten un fácil aprendizaje.

Después de adquirir la imagen, el usuario tiene acceso a un conjunto de herramientas. Todas las herramientas así como la disposición en pantallas de iconos se pueden personalizar para una mayor eficiencia en la utilización.

Herramienta de imagen:

- Herramienta de colimación electrónica (shutter) automática y manual
- Herramienta de recorte automático y manual (auto-Trimming)
- Anotaciones
- Ajuste de brillo/contraste manual o con ROI (selección de la zona a mejorar)
- Zoom
- Rotación, Inversión
- Gestión de listas de pacientes con código de colores e imagen de referencia



Función de almacenamiento:

- Almacenamiento en HDD de hasta 12.000 imágenes
- Almacenamiento a CD/DVD en formato Dicom (DICOM MEDIA opcional)
- Almacenamiento a CD/DVD en formato Dicom con visor integrado (Función PDI opcional)

Impresión en película

- Impresión en formatos de defecto 1, 2 o 4 imágenes
- Impresión en formato libre (LAYOUT función opcional)

Condiciones de alimentación y ambientales

Condiciones de alimentación:

(1) Condiciones de funcionamiento

Temperatura : 15 °C (15% HR) a 30 °C (80% HR)
 Humedad : 15% HR (15 °C) a 80% HR (30 °C) (sin condensación de humedad)
 Presión atmosférica : 700 hPa a 1060 hPa

(2) Condiciones no operativas

(Condiciones ambientales bajo las cuales se puede suministrar alimentación)

Temperatura : 5 °C a 35 °C (sin condensación de humedad)
 Humedad : 10% HR a 80% HR (sin condensación de humedad)
 Presión atmosférica : 700 hPa a 1060 hPa

Condiciones ambientales:

Tensión nominal : 100 a 240 V \pm 10% ~
 Corriente de entrada : 1 a 0,42 A
 Frecuencia : 50 a 60 Hz

Resumen de la Oferta

Descripción	Cantidad
Equipo digital portátil de tipo chasis FDR D-EVO C35i WIRELESS	1
Kit Wireless (Incluye un cargador de baterías, una antena Wifi y 2 baterías adicionales)	1
Estación de Adquisición Console Advance con Software Image Intelligence	1
Paquete de licencias DICOM que incluye: Basic Greyscale Print, Storage, Modality Worklist	1

Precio (IVA no incluido)	56.000-€.-
--------------------------	------------

Descripción	Cantidad
Equipo digital portátil de tipo chasis FDR D-EVO C35i WIRELESS	2
Kit Wireless (Incluye un cargador de baterías, una antena Wifi y 4 baterías adicionales)	1
Estación de Adquisición Console Advance con Software Image Intelligence	1
Paquete de licencias DICOM que incluye: Basic Greyscale Print, Storage, Modality Worklist	1
Precio (IVA no incluido)	90.000-€.-

Condiciones de venta

GARANTÍA*:	1 año a partir de la aceptación del equipo
INSTALACIÓN:	Instalación, formación y puesta en marcha incluidas.
PLAZO DE ENTREGA:	60 días
FORMA DE PAGO:	60 días fecha factura mediante transferencia bancaria
*Condiciones de garantía:	
Incluido en la garantía: Soporte de primer nivel de Hot Line. Soporte de segundo nivel Fujii Internacional a través de soporte interno.	
Revisiones de Mantenimiento Preventivo. Piezas de cambio periódico para Preventivo. Mano de obra y desplazamientos de asistencia correctiva. Piezas de recambio para correctivo. Panel detector. Excluido en la garantía: Mantenimientos de usuario y nuevas configuraciones (impresoras, Pacs, Ris, etc.), Fungibles para mantenimientos. Los consumibles (Chasis, IP's, Back Light de monitores, todas las baterías, etc.). Uso indebido o errores repetitivos, debidamente documentados, de manipulación de los equipos o que el usuario no cumpla con las instrucciones de uso entregadas con los equipos (Si se demuestra que FUJIFILM ha tomado las medidas oportunas para evitar su aparición o repetición). Catástrofes naturales o provocadas, tales como inundaciones, terremotos, movimientos sísmicos, incendios, caídas. Huelgas, manifestaciones o guerra. Reparaciones, modificaciones o traslados realizados sin autorización previa de FUJIFILM. Negligencia o fallos en las condiciones ambientales de trabajo del equipo, tales como aire acondicionado, control de humedad o limpieza si previamente han sido advertidas basándose en criterios técnicos razonadas mediante la documentación apropiada. Efectos producidos por defectos en la red eléctrica, alimentación general o fuerza ajenos a FUJIFILM.	

Aceptación de la oferta

La firma del presente documento supone la aceptación por parte del Cliente de los términos y condiciones descritos en la presente oferta y constituye la autorización para que FUJIFILM Europe GmbH, sucursal en España comience los trabajos descritos, así como para que emita las facturas correspondientes según el calendario indicado en las condiciones económicas de la oferta.

Se acepta la presente oferta por:

FUJIFILM Europe GmbH, Sucursal en España

Anexo E. Equipo Digital

FDR
D-EVO Suite

*SALA DIGITAL DE SUSPENSIÓN DE
TECHO CON DETECTORES EXTRAÍBLES*



INDICE

1	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO	3
1.1	CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA.....	4
1.2	SISTEMA DE SOPORTE DE TECHO	5
1.3	GENERADOR TRIFÁSICO DE ALTA FRECUENCIA	7
1.4	TUBO DE RAYOS-X	8
1.5	COLIMADOR MULTILÁMINA MANUAL O AUTOMÁTICO	9
1.6	CONTROL AUTOMÁTICO DE EXPOSICIÓN (CAE)	10
1.7	MESA HORIZONTAL	11
1.8	SOPORTE VERTICAL	13
1.9	DETECTORES DIGITALES PLANOS	14
1.10	ACCESORIOS	17
1.10.1	Accesorios estándares:	17
1.10.2	Accesorios opcionales:	17
2	CONSOLA DE ADQUISICIÓN: CONSOLE ADVANCE®	18
2.1	HARDWARE DE LA CONSOLE ADVANCE	19
2.2	LICENCIAS DICOM	19
2.3	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	20
2.4	SOFTWARE DE POST-PROCESO: IMAGE INTELLIGENCE®	21
2.5	HERRAMIENTAS Y FUNCIONES AVANZADAS	23
3	PESO, CONDICIONES ELÉCTRICAS Y AMBIENTALES	24
3.1	CONDICIONES ELÉCTRICAS	24
3.2	CONDICIONES AMBIENTALES	24
3.3	PESO DE LOS EQUIPOS	24
4	RESUMEN DE LA PROPUESTA	25

CONDICIONES DE VENTA	25
ACEPTACIÓN DE LA OFERTA	25

Información Privilegiada.

Los contenidos de este documento son confidenciales.

El duplicado y/o la distribución de este documento sin la aprobación de FUJIFILM Europe GmbH, Sucursal en España están estrictamente prohibidos.

1 Especificaciones técnicas del equipo

La nueva sala digital directa **FDR D-EVO Suite** es un sistema que combina una suspensión de techo ligera, una mesa y un bucky mural. El equipo se puede configurar con uno o dos detectores directos extraíbles modelo **FDR D-EVO** alojados en el bucky de mesa y/o en el soporte vertical.

El detector **FDR D-EVO** integra una única y novedosa tecnología, el **Irradiation**

Side Sampling (ISS) que permite producir imágenes de alta calidad con una DQE y

MTF superiores a equipos similares del mercado.



1.1 Configuración del Sistema

La sala digital **FDR D-EVO Suite** está preparada para realizar todo tipo de exámenes de forma cómoda y eficiente. Este nuevo equipo directo ofrece, además de una alta calidad, una productividad superior con un diseño compacto y altamente efectivo.

El sistema **FDR D-EVO Suite** se compone de los siguientes elementos

- Un soporte de suspensión de techo con tubo de rayos X
- Un generador de Alta frecuencia
- Una mesa y un soporte mural
- Uno o Dos detectores directos extraíbles **FDR D-EVO**
- La estación de adquisición **CONSOLE ADVANCE**



1.2 Sistema de Soporte de Techo

La suspensión de techo del FDR D-EVO es muy ligera y de fácil manejo para el operador. El equipo está motorizado en su movimiento vertical para un flujo de trabajo eficiente

□ **AutoTracking:** Seguimiento sincronizado del tubo de RX con la elevación y descenso de la mesa, con el desplazamiento vertical del Bucky mural. La suspensión de techo automáticamente mantendrá el centrado con el bucky mural y mantiene la distancia focal.



El usuario también tiene la posibilidad de movilizar el sistema de forma **manual** si la situación lo requiere.

La columna **telescópica** realiza movimientos suaves y el control de posicionamiento se ejecuta por medio de **frenos electromagnéticos** para todos los tipos de movimientos.

Gracias a unos **indicadores digitales** en el cabezal del colimador, el especialista podrá consultar la **distancia Foco-detector**, la **angulación del tubo** y el **filtro** utilizado mientras realiza el posicionamiento del paciente.

Movimientos de la suspensión de techo:

- Movimiento longitudinal X de 300cm (con raíl estándar de 4m) ◦

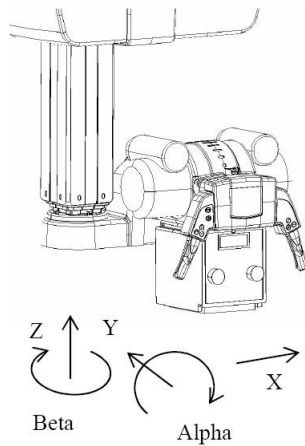
- Movimiento transversal Y de 200 cm (con raíl estándar de 3m) ◦

- Movimiento vertical Z motorizado de 170 cm.

Distancia Foco-Techo minima de 877mm

Movimientos de rotación:

- Rotación del tubo Alpha de $-157^{\circ} \sim +180^{\circ}$, con enclavamientos mecánicos a $-90^{\circ}, 0^{\circ}, 90^{\circ}$
- Rotación del tubo Beta de $-180^{\circ} \sim +163^{\circ}$, con enclavamientos mecánicos a $-90^{\circ}, 0^{\circ}, 90^{\circ}, 180^{\circ}$

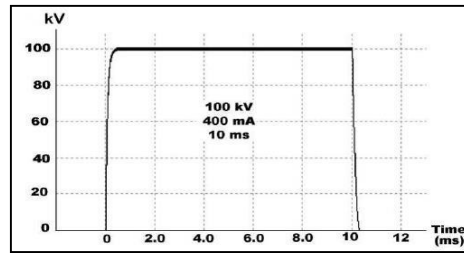


Velocidad de movimientos

- En el eje Z: máx. 150mm/s

1.3 Generador Trifásico de Alta Frecuencia

El generador de alta frecuencia controlado por microprocesador mejora la calidad de imagen y reduce la dosis del paciente. **El pequeño rizo** y la gran precisión en los parámetros radiográficos KV, mA y tiempo de exposición reducen la radiación blanda y mejora la homogeneidad de haz de rayos X.



El generador mejora la estabilidad de todo el sistema y reduce el costo de mantenimiento gracias al sistema de **autodiagnóstico** con indicación de código de errores, que facilita el mantenimiento.

- Alta frecuencia: **50kW/65kW/80kW** ○ Rango de voltaje: de 40kV a 150kV ○ Tiempo mínimo de exposición: 1milisegundo ○ Rango de tiempo de exposición: De 1ms-10s ○ Rango de mA:
- **Modelo 50kW : de 10 a 630mA** ○ **Modelo 65kW: de 10 a 800mA** ○ **Modelo 80kW: de 10 a 1000mA** ○ Compensación automática de línea. +/- 10% ○ Exposimetría automática: 3 cámaras de ionización (mAs máximo de 600mAs y tiempo mínimo 5msec) ○ Presentación digital de los parámetros de exposición y de las técnicas ○ Tipo de técnicas: 1, 2 y 3 puntos ○ Contador de números de exposiciones ○ Dispositivo de control y de seguridad para sobrecargas
- Número de programas: aprox. 65.000

1.4 Tubo de Rayos-X

Modelo Varian RAD14/DIAMOND ○ Arrancador de alta velocidad ○ Tamaño de los focos: **0,6 mm/ 1,2 mm** ○ Voltaje de **40kV a 150kV** ○ Potencia de salida : 27/75kW ○ Angulo de rotación 12º



- Capacidad calorífica del ánodo: **300.000 H** ○ Disipación calorífica del ánodo: **60.000 H.U/min (707W)** ○ Capacidad térmica del conjunto ánodo/coraza **1.500.000HU** ○ Material del ánodo: W-Re/Mo ○ Peso aproximado: 17kg

Modelo Varian A292/B130 ○ Arrancador de alta velocidad ○ Tamaño de los

focos: **0,6 mm/ 1,2 mm** ○ Voltaje de

40kV a 150kV ○ Potencia de salida :

40/100kW ○ Angulo de rotación 12°



- Capacidad calorífica del ánodo: **400.000 H** ○ Disipación calorífica del ánodo: **125.000 H.U/min (1540W)** ○ Capacidad térmica del conjunto ánodo/coraza **2.000.000HU** ○ Material del ánodo: W-Re/Mo ○ Peso aproximado: 21kg

Modelo Varian G296/B130 ○ Arrancador de alta velocidad ○ Tamaño de los

focos: **0,6 mm/ 1,0 mm** ○ Voltaje de

40kV a 150kV ○ Potencia de salida :

32/72kW ○ Angulo de rotación 12°



- Capacidad calorífica del ánodo: **600.000 H** ○ Disipación calorífica del ánodo: **125.000 H.U/min (1540W)** ○ Capacidad térmica del conjunto ánodo/coraza **2.000.000HU** ○ Material del ánodo: W-Re/Mo ○ Peso aproximado: 25kg

1.5 Colimador multilámina manual o automático

Colimador Manual modelo

Ralco R302 ○ Filtración:

- Posicionamiento de filtros adicionales de cobre para reducción de dosis en exploraciones de pediatría por ejemplo (1Al + 0,1Cu, 1Al + 0,2Cu and 2Al)
- Filtración total $\geq 2.5\text{mmAl}$ (con el DAP + 0.5mmAl)
- Cronorruptor de luz electrónico.
- Guía suplementaria para la colocación de accesorios (DAP, filtros adicionales, conos, etc....)

- Rotación de ± 45 grados
- En la pantalla digital del colimador se visualizan y posibilidad de modificar tamaño de colimación
- Indicación luminosa para alineación bucky con láser ○ Indicación luminosa del campo de exposición ○ Cinta métrica

Colimador Automático modelo Siemens AL02II

La colimación es motorizada y automática dependiendo de la exploración seleccionada en la **Console Advance**.



- Colimación automática y manual. Se puede controlar manualmente desde el propio colimador
- Regulable manualmente a tamaños inferiores y por seguridad nunca superior al tamaño del receptor.
- Filtración:
 - Posicionamiento de filtros adicionales de cobre para reducción de dosis en exploraciones de pediatría por ejemplo (cobre 0.1, 0.2, 0.3mm)
 - Filtración inherente de 1mmAl (a 70kV) ○ Filtración total $\geq 2.5\text{mmAl}$ (con el DAP + 0.5mmAl)
- Cronorruptor de luz electrónico.
- **Sistema DAP integrado** (Medidor de producto Dosis/ Área) los datos leídos se incluyen en la cabecera DICOM de las imágenes
- Guía suplementaria para la colocación de accesorios (filtros adicionales, conos, etc....) ○ Rotación de ± 45 grados
- En la pantalla digital del colimador se visualizan y posibilidad de modificar **tamaño de colimación, el tipo de filtro y la distancia focal**
- Indicación luminosa para alineación bucky con láser
- Compensación automática del tamaño en función de la distancia foco detector
 - Indicación luminosa del campo de exposición ○ Cinta métrica

1.6 Control automático de exposición (CAE)

Sistema compuesto con **3 cámaras de ionización** en mesa y bucky mural.

El usuario puede trabajar en modo automático y manual con técnica de 1, 2, 3 puntos y programación APR:

- **3 puntos:** Selección kV, mA, tiempo ○ **2 puntos:** Selección de kV y mAs ○
1 Punto: (AEC mode) a. Selección kV y mA o
Selección solo de kV
- **0 Puntos (APR):** Selección auto de todos los parámetros seleccionando directamente el protocolo. Selección del programa dependiendo de zona anatómica y proyección (hasta 5 niveles seleccionables) y 4 tamaños de paciente seleccionables.
- Números de programas APR: **aproximadamente 65.000**
- Compensación automática de línea. +/- 10%
- mAs máximo de 600mAs y tiempo mínimo 5msec

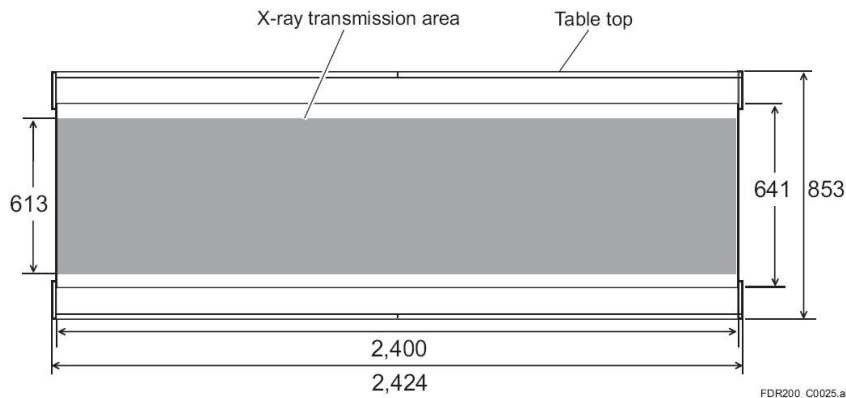
1.7 Mesa Horizontal



El **FDR D-EVO Suite** incluye una mesa radiológica elevable y motorizada de fibra de carbono con **tablero plano flotante** radiotransparente.

Tipo:

- Motorizada y de Altura variable
- Soporta la introducción de un detector **FDR D-EVO** en el bucky ○ Longitud útil: **240cm**
- Dimensiones de la mesa **240 x 85 cm**



Tablero:

- Plano flotante y radiotransparente de Fibra de carbono y frenos electromagnéticos.
- Baja absorción del tablero: $\leq 0.7\text{mmAl}$

Control de exposimetría automática ○ Sistema compuesto por 3

cámaras de ionización independientes Parrilla antidifusora

- Focalización: **100cm (estándar)** o 115cm o 150cm o 180cm ○ Relación: **10:1(estándar)** o 12:1 ○ 80pl/cm

Movimientos ○ Altura variable de **55 cm a 93 cm** controlada con

dispositivo motorizado ○ Longitudinal: **$\pm 60\text{cm}$** ○ Transversal:

$\pm 15\text{cm}$ ○ Velocidad en movimiento vertical: máximo

40mm/segundos.

- Movimiento del detector: **$\geq 57\text{ cm}$**

Ergonomía ○ Los movimientos se pueden controlar con un cuadro de mando situado

en la misma mesa donde se controla la altura, los movimientos flotantes y la

colimación y desde una barra de desbloqueo de la mesa situada en el suelo. ○

Sincronización: El detector conserva la distancia focal

- Bucky rotativo: En caso de combinar el equipo con detectores D-EVO de tamaño 35x43cm(G35 o C35), el bucky permite rotar sencillamente el detector sin tener que extraerlo.



Sistemas de seguridad

incorporados

- Sistema anti-colisión
 - Zona de seguridad con area de reducción de velocidad del tubo al aproximarse a la mesa
 - Pulsador de emergencias

Límite de carga:

- con peso soportado: hasta 250kg
(dinámico)

1.8 Soporte vertical

El soporte mural del **FDR D-EVO Suite**, incorpora un detector plano y permite realizar una amplia gama de exploraciones.

Tipo ○ Soporte motorizado con frenos electromagnéticos y permanentes

- Soporta la introducción de un detector **FDR D-EVO** en el bucky

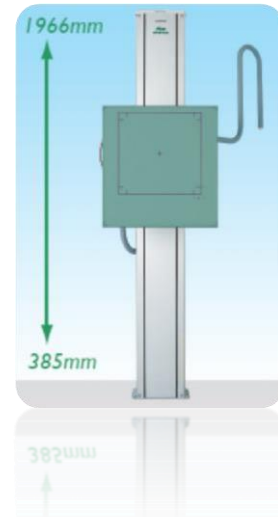
Control de exposimetría automática ○ Sistema compuesto por 3 cámaras de ionización independientes

Parrilla antidifusora

- Focalización: 100cm o 115cm o **150cm (estándar)** o 180cm
- Relación: 10:1 o **12:1(estándar)** ○ 80pl/cm

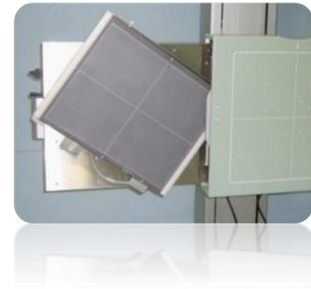
Ergonomía de movimientos

- Recorrido vertical de **31,5cm a 178,5cm** (distancia centro del detector-suelo)
- **Sistema basculante** que permite adaptarse a las necesidades de cualquier proyección con angulación de **-20° a +90°**
- Los movimientos se pueden controlar de forma motorizada desde un pedal situado al pie del estativo
- Si es más cómodo, el usuario puede realizar un movimiento manual ○ Sincronización: El detector sigue el tubo longitudinalmente



- Bucky rotativo: En caso de combinar el equipo con detectores D-EVO de tamaño 35x43cm(G35 o C35), el bucky permite rotar sencillamente el detector sin tener que extraerlo.

Sistemas de seguridad incorporados ○ Sistema anti-colisión ○
Pulsador de parada de emergencia



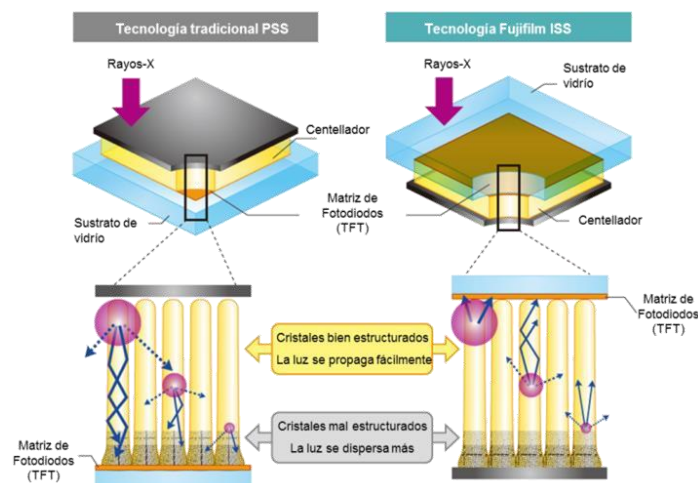
1.9 Detectores Digitales Planos

El FDR D-EVO cuenta con una tecnología innovadora y exclusiva desarrollada por

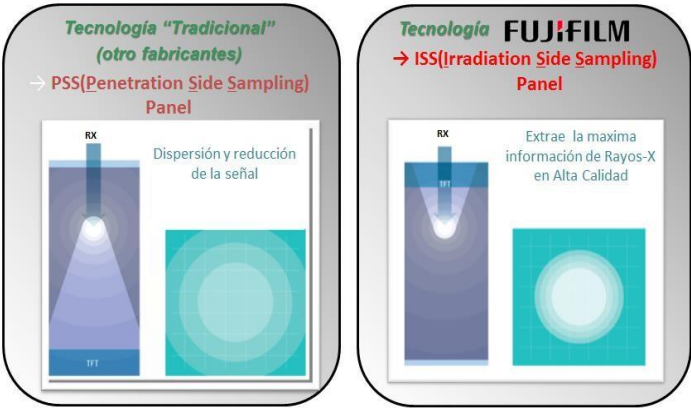
FUJIFILM: El sistema ***Irradiation Side Sampling (ISS)*** consigue una DQE (Eficiencia de detección cuántica) superior al resto de equipos similares del mercado.

A diferencia de otro equipos, la matriz de TFT encargada de coleccionar las señales del centellador (GOS: Oxidosulfuro de Gadolinio o CsI: Yoduro de Cesio) está situada en el lado de la exposición. Este diseño exclusivo permite tener un espesor mayor de centellador y una distancia luz-sensor inferior, y por consecuencia, la colección de una señal más clara (menor dispersión de luz) para obtener imágenes con más detalle a una dosis limitada.

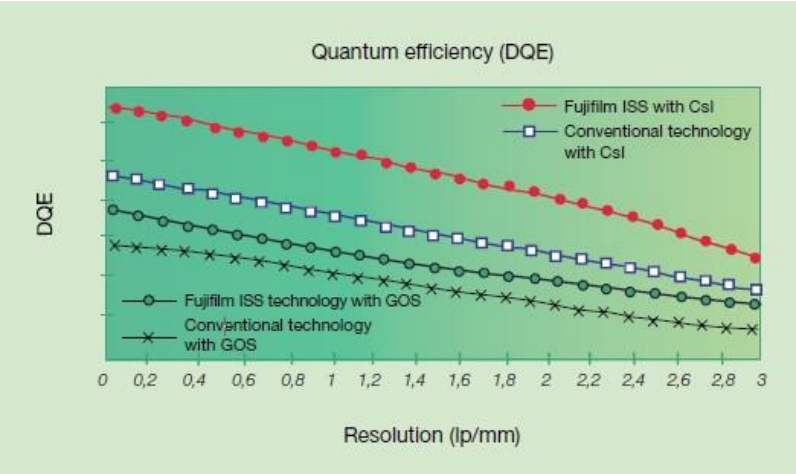
Detector con tecnología de Yoduro de Cesio (FDR D-EVO C35, C24):




Detector con Oxidosulfuro de Gadolinio (FDR D-EVO G35 y G43):



Curvas comparativas con otros paneles similares del mercado



Gama de detectores FDR D-EVO

					
Modelo	G43i	G35i	C43i	C35i	C24i
Tipo de centellador	Oxidosulfuro de Gadolinio (GOS)		Yoduro de Cesio (CsI)		
Área activa (cm)	43x43	35x43	43x43	35x43	24x30
Peso (incluye batería)	4	3,3	4,4	4	3
Tamaño de píxel	150µm				
Tiempo entre exposiciones	<10 segundos				
Tiempo de Previsualización	Inmediato				

- Posibilidad de utilización multi-sala ○ Modo de funcionamiento ○ Solo cable: tanto la alimentación como la transmisión de imagen se realiza mediante cable
- Cable/Wireless: Cuando el equipo se guarda en el bucky el usuario tiene la posibilidad conectar el equipo al cable para que la alimentación no dependa de las baterías. Cuando el usuario quiere utilizar el equipo para exploraciones fuera de bucky, desconectando el cable, el equipo pasa en modo Wireless (Tipo de transmisión de imagen: Inalámbrica de alta velocidad IEEE 802.1)

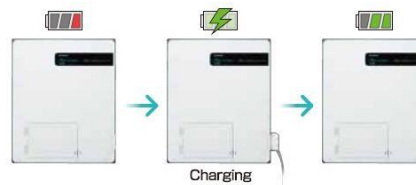


- Carga de las baterías:

El sistema posee dos modos de cargar las baterías: ○ **Con cargador de baterías** con la posibilidad de cargar hasta 3 baterías simultáneamente.

- **Con Cable:** Un cable de alimentación puede ser conectado al **FDR D-EVO**. El cambio de modo inalámbrico a modo cable se realizará en 1 solo segundo y aunque el equipo funcione con la alimentación por cable, **la batería se ira cargando simultáneamente.**

Está función es exclusiva del *FDR D-EVO G35i* de FUJIFILM.



El detector puede situarse en la mesa, en el bucky mural o puede extraerse para exploraciones que lo requieran como en pacientes en camilla.

1.10 Accesorios

1.10.1 Accesorios estándares:

- Barra de sujeción para paciente adaptable a la mesa ○ Barras de sujeción para paciente en el soporte mural
- Controles manuales de ajuste adaptable a la mesa (altura de mesa, movimiento flotante de la mesa, posicionamiento inicial de la tomografía, control de colimación)
- 1 Parrilla antidifusora en bucky mesa ○ 1 parrilla antidifusora en el bucky pared
- Pedal de control (movimiento vertical, y movimientos flotantes X y Y) ○ Barra de control (movimientos flotantes X y Y)

1.10.2 Accesorios opcionales:

- Soporte para detector que permite mantener el detector para la realización de exploraciones con rayo horizontal en mesa
- Cinta de compresión ○ Colchón para mesa
- Parrillas antidifusoras adicionales disponibles (resolución 80pl/mm) ○ Focalización: 100cm o 140cm o 180cm ○ Relación: 10:1 o 12:1

2 Consola de Adquisición: *CONSOLE ADVANCE®*



La Estación de Adquisición digital modelo **CONSOLE ADVANCE** es el corazón de los equipos digitales de FUJIFILM y permite la identificación, visualización y validación de imágenes.

La **CONSOLE ADVANCE** ofrece una amplia capacidad de procesamiento e integra múltiples funciones que permiten operaciones intuitivas y constituye una manera excelente de obtener una mayor garantía de calidad y eficacia de diagnóstico en combinación el equipo digital.

2.1 Hardware de la Console Advance

- Monitor:

Monitor TFT 19" color (1280 x 1024) de pantalla táctil

- Unidad principal CPU:

CPU	i5-2400 (3,10GHz, 6MB)
Memoria	4GB (2x2GB) 1333MHz DDR3 Non-ECC (Capacidad para 12.000 imágenes)
Disco Duro	250GB 3,5" Serial ATA III (7200 rpm)
Unidad de disco	16XDVD+/-RW Drive
Sistema Operativo	Windows7 Professional
Accesorios	Ratón y teclado alfanumérico

2.2 Licencias DICOM

La **Console Advance** cumple el estándar DICOM 3.0 en los siguientes servicios:

- DICOM Storage
- DICOM Storage Commitment
- DICOM Modality Worklist Management
- DICOM MPPS (Modality Performed Procedure Step)
- DICOM Dose SR
- DICOM Media
- DICOM Basic Gray Scale Print
- DICOM Verification



2.3 Procedimiento de trabajo

(1) Gestión de paciente

Registro de los datos del paciente: Manual (introducción de Nombre del paciente, número de identificación, etc....) o con lista de trabajo (Worklist) gracias con conexión al RIS del centro.

(2) Gestión de menús de exposición

Registro del estudio a realizar: la consola incluye más de 160 menús clasificados por región anatómica, preconfigurados con algoritmos de proceso precisos, rotación/inversión de imagen adecuada para que la imagen obtenida sea siempre la óptima.

(3) Validación y Post-proceso

Una vez realizada la exposición, la imagen es accesible en la **Console**

Advance inmediatamente para su validación y edición.



La **Console Advance** posee múltiples procesos automáticos y pone a disposición del técnico funciones básicas y avanzadas para conseguir una imagen final de alta calidad y fiabilidad para el diagnóstico.



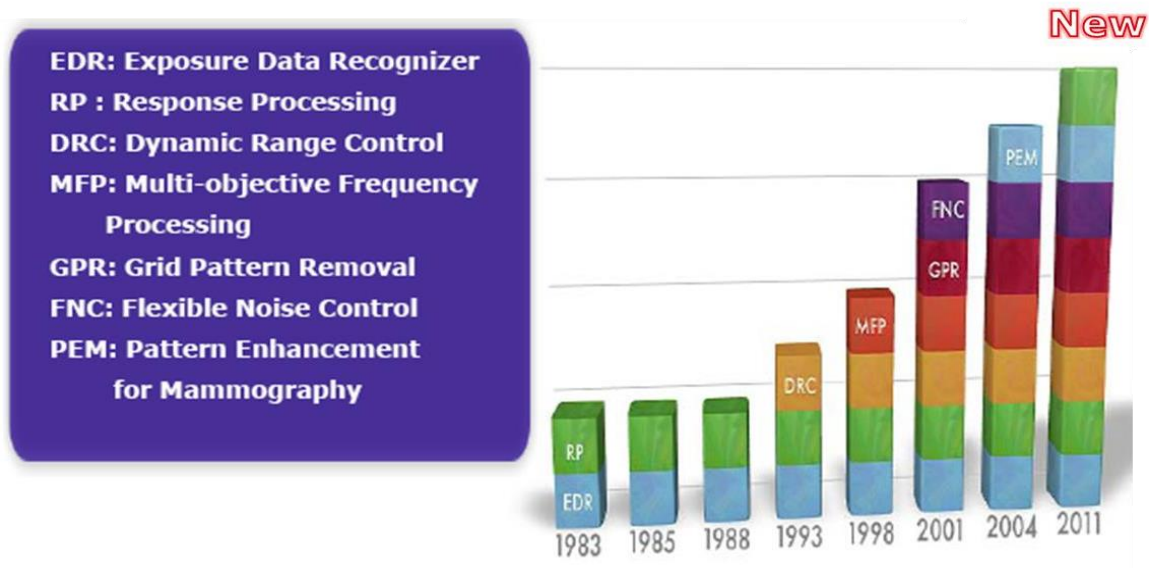
2.4 Software de Post-Proceso: IMAGE INTELLIGENCE®

La **Console Advance** incluye nuevos algoritmos y parámetros de

Post Proceso exclusivos de FUJIFILM que permiten una mejora del contraste y de la definición en toda la imagen sin riesgo de perder ningún detalle.



FUJIFILM utiliza 25 años de experiencia en imagen digital y el resultado son imágenes de alta definición que permiten un diagnóstico preciso con una dosis controlada



Tecnología de imagen propietaria



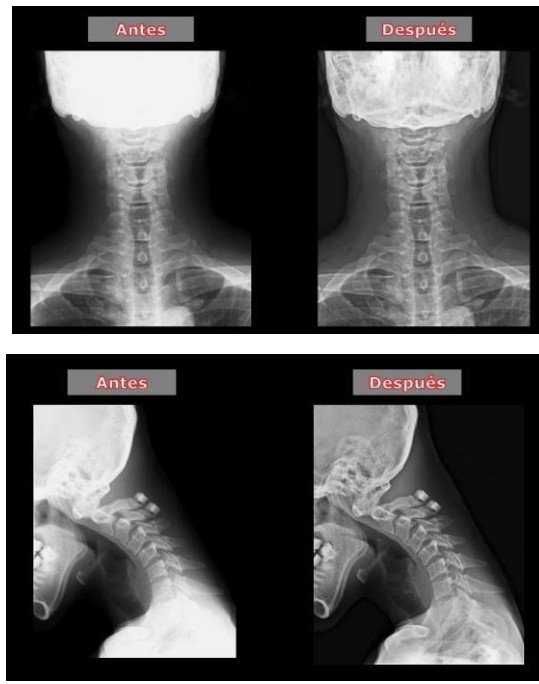
La tecnología de imagen de FUJIFILM reconoce automáticamente el área de interés y aplica el proceso óptimo con algoritmos adaptados, ajuste de densidad y contraste, eliminación de ruido y artefactos, con el fin de ofrecer en cada imagen la más alta calidad y reproducibilidad.

Los parámetros *MFP* permiten obtener en la misma imagen tanto las estructuras densas como partes blandas con un realce natural y un mínimo ruido.

Los parámetros *FNC* permiten eliminar el ruido radiológico y por consecuente permite **bajar la dosis** en exploraciones críticas como por ejemplo las pediátricas manteniendo contraste y detalle.

Los parámetros *GPR* permiten eliminar los artefactos provocados por las parrillas antidifusoras de tipo fijas

Dynamic Visualization



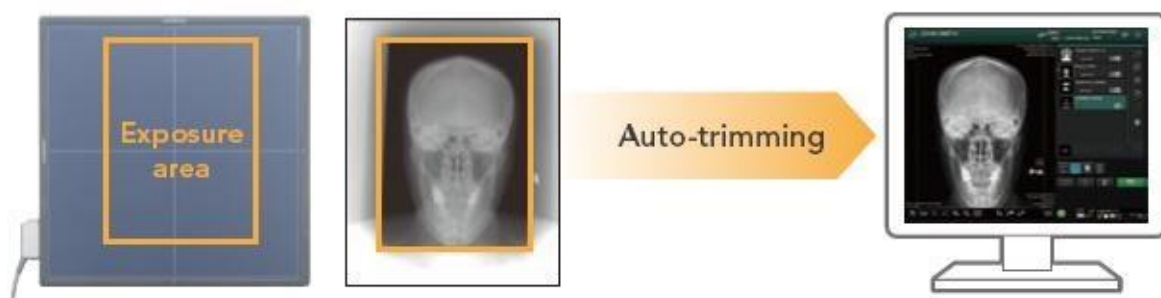
2.5 Herramientas y Funciones avanzadas

La aplicación en castellano está basada en iconos muy intuitivos que permiten un fácil aprendizaje.

Después de adquirir la imagen, el usuario tiene acceso a un conjunto de herramientas. Todas las herramientas así como la disposición en pantallas de iconos se pueden personalizar para una mayor eficiencia en la utilización.

Herramienta de imagen:

- Herramienta de colimación electrónica (shutter) automática y manual
- Herramienta de recorte automático y manual (auto-Trimming)
- Anotaciones
- Ajuste de brillo/contraste manual o con ROI (selección de la zona a mejorar)
- Zoom
- Rotación, Inversión
- Gestión de listas de pacientes con código de colores e imagen de referencia



Función de almacenamiento:

- Almacenamiento en HDD de hasta 12.000 imágenes
- Almacenamiento a CD/DVD en formato Dicom (DICOM MEDIA opcional)
- Almacenamiento a CD/DVD en formato Dicom con visor integrado (Función PDI opcional)

Impresión en película

- Impresión en formatos de defecto 1, 2 o 4 imágenes
- Impresión en formato libre (LAYOUT función opcional)

3 Peso, condiciones eléctricas y ambientales

3.1 Condiciones eléctricas

	Potencia de voltaje	Corriente
FDR D-EVO Suite (sin consola)	3 fases 400V 3~, 400V 3N~, 480V 3~ ±10% (50Hz/60Hz)	110kVA
Console Advance: Unidad Principal	AC 90~ 135V/ AC180~265V	2.5A/1.25A
Console Advance: Monitor 21"	AC100~120V/AC220~240V	1.1A/ 0.6A

3.2 Condiciones ambientales

	Condiciones	Temperatura	Humedad	Valor máximo de calor

FDR D-EVO Suite (sin consola)	En funcionamiento	0°C~35°C	30%~80%RH (sin condensación)	80Wh
	En standby	-20°C~60°C	20%~80%RH (sin condensación)	80Wh
Console Advance: Unidad Principal	En funcionamiento	10°C~35°C	20%~80%RH (sin condensación)	180Wh
	En standby	-40°C~65°C	5%~ 95%RH (sin condensación)	180Wh
Console Advance: Monitor 21"	En funcionamiento	0°C~35°C	30%~80%RH (sin condensación)	80Wh
	En standby	-20°C~60°C	30%~80%RH (sin condensación)	80Wh

3.3 Peso de los equipos

Mesa	180kg
Soporte de pared	100kg
Suspensión de techo (excluyendo los raíles)	160kg
Controlador (generador)	130kg
Controlador (CU)	30kg
Console Advance	13kg (CPU) ; 9,4kg (Monitor 21")

4 Resumen de la propuesta

Descripción	Cantidad
Equipo digital con suspensión de techo : FDR D-EVO Suite	1
Basado en: Suspensión de techo, Generador alta frecuencia, Tubo, Mesa, Soporte mural y accesorios	
Detector Digital FDR D-EVO modelo C35i	1
Estación de Adquisición Console Advance con Software Image Intelligence (MPF, FNC)	1
Kit Wireless (Incluye un cargador de baterías, una antena Wifi y 2 baterías adicionales)	1
Paquete de licencias DICOM que incluye: Basic Greyscale Print, Storage, Modality Worklist	1
Precio (IVA no incluido)	145.000€.-

Descripción	Cantidad
Equipo digital con suspensión de techo : FDR D-EVO Suite	1
Basado en: Suspensión de techo, Generador alta frecuencia, Tubo, Mesa, Soporte mural y accesorios	
Detector Digital FDR D-EVO modelo C35i	2
Estación de Adquisición Console Advance con Software Image Intelligence (MPF, FNC)	1
Kit Wireless (Incluye un cargador de baterías, una antena Wifi y 2 baterías adicionales)	1
Paquete de licencias DICOM que incluye: Basic Greyscale Print, Storage, Modality Worklist	1
Precio (IVA no incluido)	182.000€.-

Condiciones de Venta

GARANTÍA*:	1 año a partir de la aceptación del equipo
INSTALACIÓN**:	Instalación, formación y puesta en marcha incluidas.
PLAZO DE ENTREGA:	30 días
FORMA DE PAGO:	60 días fecha factura mediante transferencia bancaria
<p><u>*Condiciones de garantía:</u></p> <p><u>Incluido en la garantía:</u> Soporte de primer nivel de Hot Line. Soporte de segundo nivel Fuji Internacional a través de soporte interno. Revisiones de Mantenimiento Preventivo. Piezas de cambio periódico para Preventivo. Mano de obra y desplazamientos de asistencia correctiva. Piezas de recambio para correctivo. Panel detector. Tubo de RX.</p> <p><u>Excluido en la garantía:</u> Mantenimientos de usuario y nuevas configuraciones (impresoras, Pacs, Ris, etc.), Fungibles para mantenimientos. Los consumibles (Chasis, IP's, Back Light de monitores, todas las baterías, etc.). Uso indebido o errores repetitivos, debidamente documentados, de manipulación de los equipos o que el usuario no cumpla con las instrucciones de uso entregadas con los equipos (Si se demuestra que FUJIFILM ha tomado las medidas oportunas para evitar su aparición o repetición). Catástrofes naturales o provocadas, tales como inundaciones, terremotos, movimientos sísmicos, incendios, caídas. Huelgas, manifestaciones o guerra. Reparaciones, modificaciones o traslados realizados sin autorización previa de FUJIFILM. Negligencia o fallos en las condiciones ambientales de trabajo del equipo, tales como aire acondicionado, control de humedad o limpieza si previamente han sido advertidas basándose en criterios técnicos razonadas mediante la documentación apropiada. Efectos producidos por defectos en la red eléctrica, alimentación general o fuerza ajenos a FUJIFILM.</p>	
<p>**No se incluyen adecuación de la sala y obras</p>	



Aceptación de la oferta

La firma del presente documento supone la aceptación por parte del Cliente de los términos y condiciones de la presente oferta y constituye la autorización para que FUJIFILM Europe GmbH, sucursal en España comience los trabajos descritos, así como para que emita las facturas correspondientes según el calendario indicado en las condiciones económicas de la oferta.

Se acepta la presente oferta por:

FUJIFILM Europe GmbH, Sucursal en España

Anexo F. Carta del Jefe de Servicio



Madrid, 27 de junio de 2015

Antonio Abella:

A partir de los resultados presentados como producto del estudio que ha venido realizando para su trabajo de fin de grado en la Universidad Carlos III de Madrid queremos transmitirle, desde el Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Ramón y Cajal, el interés por los mismos y el compromiso de llevar a la práctica, en la medida de lo posible, las mejoras expuestas en el documento.

Sin otro particular reciba un cordial saludo,


Dr. Blázquez Sánchez, Javier
Jefe del Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Ramón y Cajal


Planta: 0 0

Anexo G. Carta del Director de Gestión del HURyC



Madrid, 27 de junio de 2015

Antonio Abella:

A partir de los resultados presentados como producto del estudio que ha venido realizando para su trabajo de fin de grado en la Universidad Carlos III de Madrid queremos transmitirle, desde la Dirección de Gestión del Hospital Universitario Ramón y Cajal, el interés por los mismos y el compromiso de llevar a la práctica, en la medida de lo posible, las mejoras expuestas en el documento.

Sin otro particular reciba un cordial saludo,

Hospital Ramón y Cajal
EL DIRECTOR DE GESTIÓN

Pablo Torres Arrojo
Director de Gestión y Servicios Generales

